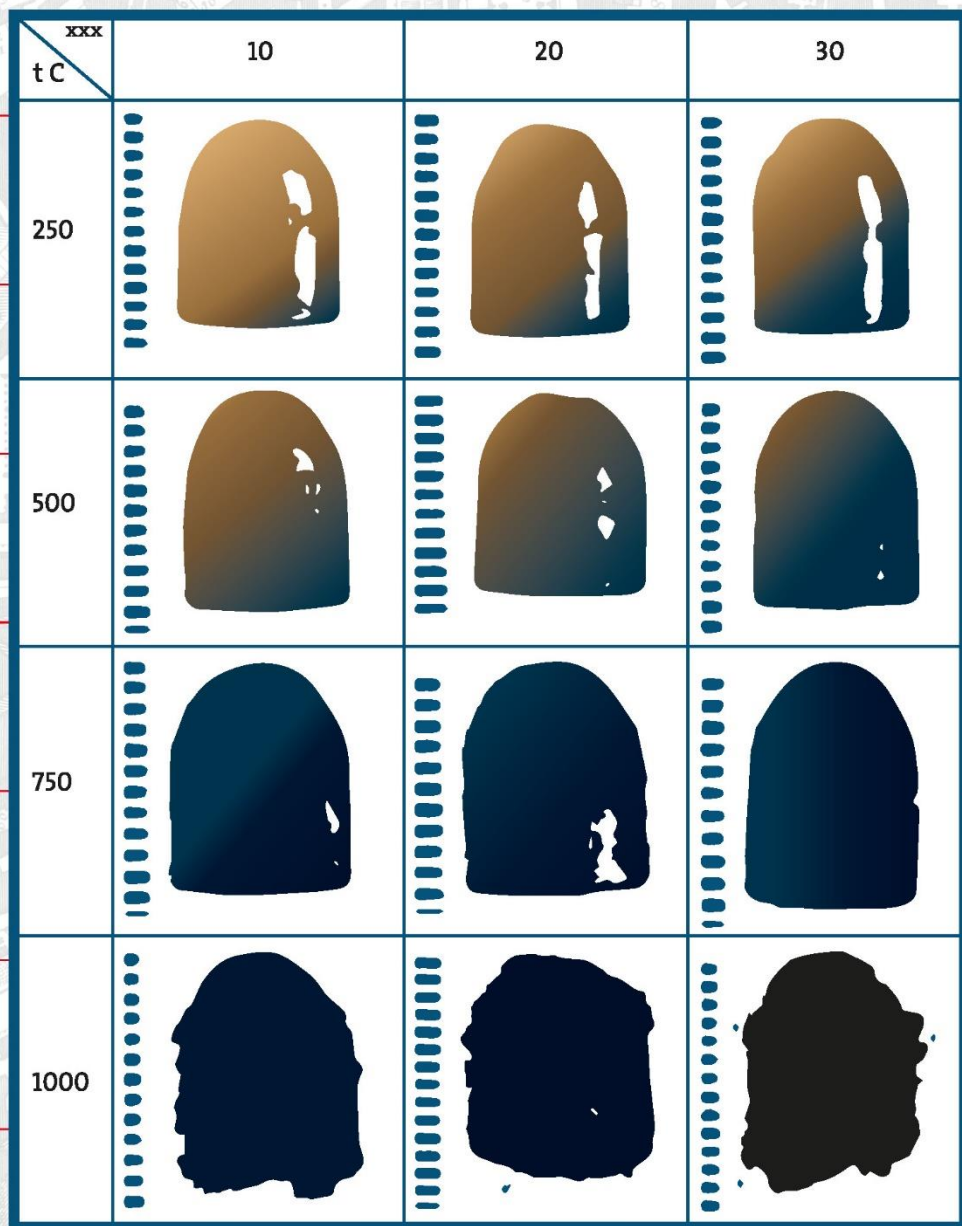


Technology and Language

Dmitriy Mokhorov and Anna Mokhorova

Igor Latyshov, Mikhail Pakhomov and Natalia Anosova

Svetlana Kochemirovskaya and Vladimir Kochemirovsky



Alexander Isaev

Igor Latyshov

Denis Khairusov

Tatiana Telyatitskaya

Pavel Menshikov

Simone Aurora

Alfred Nordmann

Nadezhda Pokrovskaia and Artem Tyulin

Joachim Schlabach and Britta Hufeisen

2:2 Forensic Examinations

Свидетельство о государственной
регистрации:
Эл № ФС 77 – 77604 от 31 декабря 2019,
выдано Роскомнадзором
ISSN 2712-9934

Учредитель и издатель:

Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

Адрес редакции:

195251, СПб, ул. Политехническая, д. 29.

Главный научный редактор:

Альфред Нордманн

Редактор: Дарья Сергеевна Быльева

Научный редактор выпуска:
Ольга Дмитриевна Шипунова
Технический редактор:
Ирина Петровна Березовская

Литературный редактор (русский язык):
Виктория Валерьевна Лобатюк
Литературный редактор (английский язык):
Анна Владимировна Рубцова

Редакционная коллегия

Альфред Нордманн
Джон-Чао Хонг
Лоран Моккозе
Амируш Моктефи
Джозеф Сиракуза
Питер Мюрсепп
Дэвид Бедселл
Ольга Шипунова
Ирина Березовская

Дизайн обложки

Морин Беласки (maureen@belaski.de),
используя изображение из Latyshov, I. V.,
Pakhomov, M. E., & Anosova, N. E. (2021). Forensic
Studies of Trace Evidence Altered by Fire. *Technology
and Language*. 2021. № 2(2). P. 8-15.
<https://doi.org/10.48417/technolang.2021.02.02>

ISSN 2712-9934

Publisher:

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic
University

Corresponding address:

29 Polytechnicheskaya st., Saint-Petersburg,
195251, Russia

Chief science editor

Alfred Nordmann

Editor Daria Bylieva

Scientific editor of the issue
Olga Shipunova
Technical reviewer
Irina Berezovskaya

Literary editor (English language):
Anna Rubtsova
Literary editor (Russian language):
Victoria Lobatyuk

Editorial Board

Alfred Nordmann
Jon-Chao Hong
Laurent Mocozet
Amirouche Moktefi
Joseph M. Siracusa
Peeter Mürsepp
David Birdsell
Olga Shipunova
Irina Berezovskaya

Cover design by

Maureen Belaski (maureen@belaski.de)
utilizing an image by Latyshov, I. V., Pakhomov, M.
E., & Anosova, N. E. (2021). Forensic Studies of Trace
Evidence Altered by Fire. *Technology and Language*,
2(2), 8-15.
<https://doi.org/10.48417/technolang.2021.02.02>

Contacts:

E-mail: soctech@spbstu.ru

Web: <https://soctech.spbstu.ru/en/>



Contents

Special Topic:

Forensic Examinations – Terms and Techniques

[Dmitriy Mokhorov and Anna Mokhorova](#)

Sign Systems and Technologies in Forensic Science (*Editorial Introduction*)

1-7

[Igor V. Latyshov, Mikhail E. Pakhomov and Natalia E. Anosova](#)

Forensic Studies of Trace Evidence Altered by Fire

8-15

[Svetlana Kochemirovskaya and Vladimir Kochemirovsky](#)

Laser Method of Micro-Composite Materials Synthesis for New Sensor Platforms of an “Electronic Tongue”

16-30

[Alexander Isaev](#)

The Language of Technical Examinations and Forensic Science (Язык судебно-технических экспертиз и криминалистики)

31-40

[Igor Latyshov](#)

The Automated Expert Workplace as a Tool for Technological Support for Forensic Expert Activities (Автоматизированное рабочее место эксперта как инструмент технологического обеспечения судебно-экспертной деятельности)

41-53

[Denis S. Khairusov](#)

Portrait Expertise (Портретная экспертиза)

54-67

[Tatiana Telyatitskaya](#)

Digital Photography of Crime Scenes in the Production in Forensic Examinations (Использование цифровой фотографии на местах происшествия при производстве судебных экспертиз)

68-76

[Pavel Menshikov](#)

Modeling Methods in Forensic Engineering and Technical Expertise: Artificial Languages of Modeling in Forensics (Методы моделирования в судебной инженерно-технической экспертизе: Искусственные языки моделирования в криминалистике)

77-85

Contributed papers

[Simone Aurora](#)

Natural Language as a Technological Tool

86-95



[Alfred Nordmann](#)

First and Last Things: The Signatures of Visualization-Artists

96-105

[Nadezhda N. Pokrovskaja, Artem V. Tyulin](#)

Psychological Features of the Regulative Mechanisms Emerging in Digital Space

106-125

[Joachim Schlabach and Britta Hufeisen](#)

Plurilingual School and University Curricula

126-141



Special Topic:
Forensic Examinations – Terms and Techniques
Guests editors

Dmitriy Mokhorov and Anna Mokhorova



Editorial Introduction

Sign Systems and Technologies in Forensic Science

Dmitriy Mokhorov (✉)  and Anna Mokhorova 

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU), St.Petersburg, Polytechnicheskaya, 29,
195251, Russia

mokhorov@mail.ru

Abstract

The problem of forming a terminological apparatus, the ratio of natural and artificial languages in Forensic Science are extremely important. Language as a system of means of expressing and transmitting information about material and ideal objects and phenomena in forensic science is not sufficiently researched but has recently received much attention in scientific literature. The collected papers study the verbal means of expression - the development and clarification of the conceptual apparatus, the formation of compound terms, or the use of abbreviations. Also, the emergence of new terms is reconstructed, and possible directions of activity are proposed to adapt the language of the forensic expert to the purposes of the judicial process. The interest in non-verbal sign-systems is equally strong, starting with the „electronic tongue,“ which permits the visual representation of the composition of microscopic quantities of substances for criminological purposes. There are discussions also of photographs and portraits as a set of visual signs, of face-recognition as a sign identification system, of holograms, graphics, models. The means of expression in forensic science are constantly changing, which is due to the rapid development of science and technology, changes in technologies used by experts and investigators in the performance of procedural actions. Forensic technologies are becoming more complicated, responding to the challenges of the present age by borrowing major achievements from other sciences in the process of solving and investigating crimes. The use of new technologies leads to the development of forensic capabilities in the investigation and disclosure and linguistic representation of crime.

Keywords: Forensics; Sign System; Technology

Abstract

Проблемы формирования терминологического аппарата, соотношения естественного и искусственного языков в криминалистике чрезвычайно важны. Язык как система средств выражения и передачи информации о материальных и идеальных объектах и явлениях в криминалистике начинает исследоваться. Изучаются как вербальные (происходит развитие и уточнение понятийного аппарата, использования сокращений, обоснование появления новых терминов, выявляются направления по адаптации языка судебного эксперта), так и невербальные (электронный язык, позволяющий визуально представить состав микроскопического количества вещества в криминологических целях, фотография как семиотическая система, лицо как знаковая система идентификации, голограммы, графики, модели и др.). Средства выражения в криминалистике и судебной экспертизе – постоянно меняющаяся система, что обусловлено стремительным научно-техническим прогрессом, изменениями в технологиях, используемых экспертами и следователями при совершении процессуальных действий. Судебные технологии усложняются, отвечая на вызовы современности, заимствуя основные достижения наук. Использование новых технологий ведет к развитию возможностей судебной экспертизы в расследовании и раскрытии, а также лингвистическому представлению преступлений.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Sign Systems and Technologies in Forensic Science

The language of science is a complex multi-level system of signs used to perform operations with information: its fixation, processing, storage and transmission. The sign acts as a means of cognition of the surrounding world. In forensic science, sign systems have been known for a long time, but serious research began only in the second half of the twentieth century, and they are associated with the use of game theory, cybernetics, symbolic logic and a number of means of other sciences in forensic science. They are important for the formation of the terminological apparatus of science, on the one hand, and the establishment of the truth in the implementation of practical actions, on the other hand.

The terminology of forensic science is a set of terms and special signs that have developed in the development of science and serve to express special concepts and ultimately form the language of forensic science. It is expressed by certain signs and acts as a means and a way of implementing scientific thinking through the use of a combination of verbal (concepts, terms) and non-verbal (photographic, hologram, graph) signs.

The development of sign systems in forensic science is implemented simultaneously in several directions.

One of the interesting ones is the interaction of forensic science and semiotics in the study of theoretical and methodological issues of forensic science. The direction is not new, but in recent years there has been a particular interest in it. There are discussions about main objectives of forensic semiotics and its importance to the study of crime. Canadian polymath Marcel Danesi (2017) proposed to introduce a new discipline of Forensic Semiotics that is located in a gray zone between natural science and hermeneutic approaches (Hutton, 2016). Researchers propose to consider clues as information and criminal investigative processes as inferential, and the process is influenced by background knowledge эксперта и context (e. g., the scene of crime or the criminal law) (Sørensen et al., 2017).

Another developing area of the language of forensic science in connection with the total digitalization of all spheres of life is the use of sign systems of cybernetics, with the help of which the tasks of a forensic expert are formalized using information technologies. Special algorithms and methods of computer technologies are offered for “reading” and obtaining the information necessary for a forensic expert as quickly as possible (Al-Jadir et al., 2018), languages of digital investigation platform are being developed (Sun, et al 2021).

Systems of symbolic logic, including fuzzy logic, are actively used to create models and algorithms for investigating certain types of crimes, conducting specific examinations, and deriving conclusions in an explanatory manner (Pasko & Terenchuk, 2020). Such systems are actively used in the investigation of cyber crimes, the analysis



of digital data, the reconstruction of crime events. (Soltani & Seno, 2019), and the analysis of evidence (Karafili et al., 2018).

Today, the development of technology not only enables the reading of latent signs such as, for example, fingerprints, deposited on different nonporous surfaces like stainless steel (Pavitra et al., 2020) or damaged fingerprints (Fattahi & Mejri, 2021). It also increases the accuracy of interpretation, such as the origin of a sample of soil (Mayes et al., 2009; Pitts & Clarke, 2020), and it makes objects “talk” that never before could claim the role of evidence, such as insects (Amendt et al., 2004; Moreau, 2021).

This special issue of “Technology and Language” examines the cases of interpreting the language of material objects that have undergone changes under conditions of fire, establishes patterns of change in material objects and traces that have undergone thermal exposure, and proposes technologies for obtaining reliable information in the study of traces during fire-technical examinations (Latyshov et al., 2021). New technologies for the analysis of chemically complex organic materials offer a new language for representing the composition of a substance. The results of the study (Kochemirovskaya & Kochemirovsky, 2021) include the development of new types of matrices for the electronic tongue, which make it possible to visually represent the composition of a microscopic quantity of a substance for criminological purposes.

Artificial languages in forensic science are also discussed in respect to modeling as a special language that allows reproducing the events of a crime using various methods, including digital technologies, and “telling the story” of what happened (Menshikov, 2021).

The problem of “translating” the conclusions obtained by the expert into a language suitable for the investigator and the participants in the trial is raised, which arises due to the fact that the expert, as a person with special knowledge, uses the system of linguistic means that is accepted in his specialty. Based on practical experience, measures are proposed to adapt the language of the forensic expert for the purposes of the judicial process (Isaev, 2021).

A study of the Automated Expert Workplace as a tool of modern expert technologies was carried out that allows solving many problems arising in the production of forensic examinations, processing and storing evidence, which not only combines various digital solutions for interpreting the results of an expert study, but also allows presenting all stages of an expert's work for court and create documents in the required form (Latyshov, 2021).

The advancement of digital technologies is taking the possibilities of using visual language in Forensics to a new level. Many objects under study can be analyzed in the form of photographs or videos using appropriate software tools. On the other hand the widespread use of digital imaging devices for surveillance and entertainment (mobile phones, compact cameras, etc.) has increased the number of images being recorded and has multiplied the opportunities to analyse them for traces of criminal activities (Milliet et al., 2014, p. 473). Technologies for identifying persons on such sources of visual information are of particular importance for forensic science. The face becomes the



central way of representing a person, replacing fingerprints (Leone, 2021) that have played this role since the late 1910s, replacing Bertillon's system, which was a collection of body measurements (Laws, 2020). Problems and opportunities in the field of visual identification of a person are discussed in this issue under the heading of "Portrait Expertise" (Khairusov, 2021).

Interestingly, the face, as an iconic visual sign of human representation, allows the result to be "verified" by non-specialists, while evolving DNA identification methods make it difficult for trial participants to understand the results. In general, in many cases, there is a misunderstanding of the statistical digital results presented by the expert, and currently there is a discussion about the need to standardize the Forensic Science Expert Opinion (Casey, 2020; Kaye, 2019).

To be sure, digital photography appeals to the non-specialist but requires the understanding of a specialist as a technology that records and reads signs on multiple levels during various expert activities (Telyatitskaya, 2021).

Forensic technologies are becoming more and more complicated, which is associated with the development of science and technology and the borrowing of major achievements from other sciences in the process of solving and investigating crimes.

Since at present every scientific discipline is significantly influenced by modern information technologies, forensic research gradually incorporates a wide range of digital techniques and methods that allow with a high degree of reliability to detect and record specific traces of various social activities that are considered dangerous to life and human health or to the security of the state as a whole (Ali et al., 2018).

New problems in the field of forensic science are associated not only with the development of the latest technological systems, but also with the fact that criminal communities widely and effectively use in their illegal activities a variety of advanced technical means such as programs for transferring funds of cardholders or techniques for the creation of counterfeit currencies (Ignatov, 2020).

Responding to such specific challenges, forensic science is forced to develop a system of technological approaches that allow it to uncover new types of crimes as well as crimes that use new technologies, including AI. As such, forensic science is developing a system of technological approaches to identify the traces of criminal activity in various media, at crime scenes, and in the digital space of a modern developed society. (Metcalf et al., 2017; Doty & Lednev, 2018).

Considering the issues of forensic technologies, it is important to designate the essence of this concept. An overview of approaches to the definition of the concept is presented in the article by Yulia Dyablova (2009). Forensic technology is characterized as a necessary and effective set of techniques and methods for effectively obtaining and studying traces of criminal activity that determine the involvement of a particular person in the commission of a crime. Thus, forensic technology concerns two important aspects of crime investigation. First, the technology of forensic research involves the practical consolidation and fixation of traces and results of criminal encroachments.



Secondly, it contributes to the formation of new theoretical approaches to the study of criminal phenomena.

The technology of forensic science can be presented as a process that involves the complex collection of material evidence, their consolidation in criminal procedural documents, and further sequential forensic examinations. The great variety of technical means and scientific methods allows forensic science to establish the objective circumstances and characterize the central elements of criminal activities and represent them in a system of signs.

Technology is playing an increasingly important role in Forensics today and does most of the “talking” in the process. Researchers currently discuss the problem of the reliability of “machine evidence” (Laguardia, 2020), sometimes calling the machine an “accuser” rather than a faithful witness (Sites, 2018). Forensics is thus proving to be an area where a correct understanding of the language of technology becomes critical.

REFERENCES

- Al-Jadir, K. W., Wong, Fung, C. C. & Xie, H. (2018). Enhancing Digital Forensic Analysis Using Memetic Algorithm Feature Selection Method for Document Clustering. *2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* (pp. 3673-3678). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SMC.2018.00621>
- Ali, R. R., Mohamad, K. M., Jamel, S. A. P. I. E. E., & Khalid, S. K. A. (2018). A review of digital forensics methods for JPEG file carving. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 96(17), 5841-5856.
- Amendt, J., Krettek, R., & Zehner, R. (2004). Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, 91(2), 51–65. <https://doi.org/10.1007/s00114-003-0493-5>
- Casey, E. (2020). Standardization of forming and expressing preliminary evaluative opinions on digital evidence. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 32, 200888. <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2019.200888>
- Danesi, M. (2017). *Signs of Crime: Introducing Forensic Semiotics*. Walter de Gruyter.
- Doty, K. C., & Lednev, I. K. (2018). Raman spectroscopy for forensic purposes: recent applications for serology and gunshot residue analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 103, 215-222.
- Dyablova, Yu. L. (2009). K voprosu o ponyatii tekhnologii v kriminalistike [To the issue of the concept of technology in forensic science]. *Izvestiya Tul'skogo Gosudarstvennogo Universiteta. Ekonomicheskkiye i Yuridicheskkiye Nauki*, 2(2), 295-301.
- Fattahi, J., & Mejri, M. (2021). Damaged Fingerprint Recognition by Convolutional Long Short-Term Memory Networks for Forensic Purposes. In *2021 IEEE 5th International Conference on Cryptography, Security and Privacy (CSP)* (pp. 193-199). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CSP51677.2021.9357588>
- Hutton, C. (2016). Marcel Danesi: Signs of Crime: Introducing Forensic Semiotics. *International Journal for the Semiotics of Law - Revue Internationale de Sémiotique Juridique*, 29(1), 243–246. <https://doi.org/10.1007/s11196-015-9445-6>
- Ignatov, A. N. (2020). Informatsionno-kognitivnyye Tekhnologii v Arsenale Sposobov Soversheniya Prestupleniy [Information and Cognitive Technologies in the Arsenal of Improvements of Crimes].





- of Ways of Committing Crimes]. *Humanities, socio-economic and social sciences*, 11(2), 82-89.
- Isaev, A. (2021). The Language of Technical Examinations and Forensic Science. *Technology and Language*, 2(2), 31-40. <https://doi.org/10.48417/technolang.2021.02.04>
- Karafili E., Cristani M., & Viganò L. (2018) A Formal Approach to Analyzing Cyber-Forensics Evidence. In J. Lopez, J. Zhou, & M. Soriano (Eds), *Computer Security. ESORICS 2018. Lecture Notes in Computer Science* (vol. 11098, pp. 281-30). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99073-6_14
- Kaye, D. H. (2019). The Ultimate Opinion Rule and Forensic Science Identification. *SSRN Electronic Journal*, 60(2), 175-185. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3483226>
- Khairusov, D. (2021). Portrait Expertise. *Technology and Language*, 2(2), 54-67. <https://doi.org/10.48417/technolang.2021.02.06>
- Kochemirovskaya, S., & Kochemirovsky, V. (2021). Laser Method for the Synthesis of Microcomposite Materials for New Sensor Platforms of the “Electronic Tongue” Type. *Technology and Language*, 2(2), 54-66. <https://doi.org/10.48417/technolang.2021.02.03>
- Laguardia, F. (2020). From the Legal Literature Highlighting the Failure of Criminal Courts to Adequately Test Machine Evidence. *Criminal Law Bulletin*, 56(1), 161-170. <https://digitalcommons.montclair.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1086&context=justice-studies-facpubs>
- Latyshov, I. V. (2021). Automated Expert Workplace as a Tool for Technological Support for Forensic Expert Activities. *Technology and Language*, 2(2), 41-53. <https://doi.org/10.48417/technolang.2021.02.05>
- Latyshov, I. V., Pakhomov, M. E., & Anosova, N. E. (2021). Forensic Studies of Trace Evidence Altered by Fire. *Technology and Language*, 2(2), 8-15. <https://doi.org/10.48417/technolang.2021.02.02>
- Laws, D. R. (2020). Anthropometry: Bertillon’s Measurement of Criminal Man. In *A History of the Assessment of Sex Offenders: 1830–2020* (pp. 89-97). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-78769-359-320201010>
- Leone, M. (2021). From Fingers to Faces: Visual Semiotics and Digital Forensics. *International Journal for the Semiotics of Law - Revue Internationale de Sémiotique Juridique*, 34(2), 579-599. <https://doi.org/10.1007/s11196-020-09766-x>
- Mayes, R. W., Macdonald, L. M., Ross, J. M., & Dawson, L. A. (2009). Discrimination of Domestic Garden Soils Using Plant Wax Compounds as Markers. In K. Ritz, L. Dawson, & D. Miller (Eds.), *Criminal and Environmental Soil Forensics* (pp. 463-476). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9204-6_29
- Menshikov, P. (2021). The Role of the Modeling Method in Solving Problems of Forensic Engineering and Technical Expertise. Artificial Languages of Modeling in Forensics. *Technology and Language*, 2(2), 77-85. <https://doi.org/10.48417/technolang.2021.02.08>
- Metcalf, J. L., Xu, Z. Z., Bouslimani, A., Dorrestein, P., Carter, D. O., & Knight, R. (2017). Microbiome tools for forensic science. *Trends in biotechnology*, 35(9), 814-823. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2017.03.006>
- Milliet, Q., Delémont, O., & Margot, P. (2014). A forensic science perspective on the role



- of images in crime investigation and reconstruction. *Science & Justice*, 54(6), 470-480. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2014.07.001>
- Moreau, G. (2021). The Pitfalls in the Path of Probabilistic Inference in Forensic Entomology: A Review. *Insects*, 12(3), 240. <https://doi.org/10.3390/insects12030240>
- Pasko, R., & Terenchuk, S. (2020). The Use of Neuro-Fuzzy Models in Expert Support Systems for Forensic Building-Technical Expertise. *ScienceRise*, 2, 10-18. <https://doi.org/10.21303/2313-8416.2020.001278>
- Pavitra, E., Raju, G. S. R., Park, J. Y., Hussain, S. K., Chodankar, N. R., Rao, G. M., Han, Y.-K., & Huh, Y. S. (2020). An efficient far-red emitting Ba₂LaNbO₆:Mn⁴⁺ nanophosphor for forensic latent fingerprint detection and horticulture lighting applications. *Ceramics International*, 46(7), 9802-9809. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.12.253>
- Pitts, K. M., & Clarke, R. M. (2020). The forensic discrimination of quartz sands from the Swan Coastal Plain, Western Australia. *Forensic Science International: Reports*, 2, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2020.100130>
- Sites, B. (2018). Machines Ascendant: Robots and the Rules of Evidence. *Georgetown Law Technology Review*, 1. <https://georgetownlawtechreview.org/wp-content/uploads/2019/01/3.1-Sites-pp-1-27.pdf>
- Soltani, S., & Seno, S. (2019). A formal model for event reconstruction in digital forensic investigation, *Digital Investigation*, 30, 148-160. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2019.07.006>
- Sørensen, B., Thellefsen, T., & Thellefsen, M. (2017). Clues as information, the semiotic gap, and inferential investigative processes, or making a (very small) contribution to the new discipline, Forensic Semiotics. *Semiotica*, 2017(215), 91-118. <https://doi.org/10.1515/sem-2016-0063>
- Sun, D., Zhang, X., Choo, K., Hu, L., & Wang, L. (2021). NLP-based digital forensic investigation platform for online communications. *Computers & Security*, 104, 102210. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102210>
- Telyatitskaya, T. (2021). Digital Photography of Crime Scenes in the Production in Forensic Examinations. *Technology and Language*, 2(2), 68-76. <https://doi.org/10.48417/technolang.2021.02.07>



Forensic Studies of Trace Evidence Altered by Fire

Igor V. Latyshov¹ (✉) , Mikhail E. Pakhomov² and Natalia E. Anosova¹ 

¹Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (SPbPU), St.Petersburg, Polytechnicheskaya st., 29, 195251, Russia

latyshov@gmail.com; natalia-ed@mail.ru

²Volgograd Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Volgograd, Historicheskaya st., 130, 400089, Russia

Abstract

When investigating crimes involving fire, it is necessary to assess the event of a crime and the circumstances and to find the causes and spread of the fire, and the possible evidence supporting that the fire was used as a means of concealing a previously committed crime, i.e. murder, burglary, etc. Forensic studies of the objects damaged by the fire require the knowledge of theoretical aspects and the ability to detect and evaluate changed patterns in handprints, shoe prints, traces of break-in tools and documents, rifling impressions on bullets and shells that have been subjected to high temperatures. The paper outlines a list of objects of forensic examination that are relevant to disclosing and investigating crimes involving fire. During the course of the study the authors have reviewed the information available in forensic science literature and conducted their own experiment. The authors propose additional guidelines on techniques and methods for differentiating signs of thermal effects on traces and objects, evaluating the damage caused by heat and assessing the results for their effective use in identification and diagnostic procedures. The combination of the technologies used makes it possible to decipher the damaged language of traces.

Keywords: Trace Evidence; Forensic Studies; Fire; Thermal Effects

Abstract

Для раскрытия и расследования преступлений, связанных с пожарами, необходима оценка самого события пожара и его последствий, цель и предмет доказывания (причины и механизм пожара, способствующие его возникновению условия, использование пожара, как средства сокрытия ранее совершенного преступления – убийства, кражи со взломом и др.). Для криминалистических исследований объектов, подвергшихся изменениям в условиях пожара, необходима проработки теоретических аспектов, выявления закономерностей изменения следов рук, обуви, орудий взлома, следов оружия на пулях и гильзах, документов и его реквизитов под действием высоких температур. С учетом потребностей практики раскрытия и расследования преступлений, связанных с пожарами, выделена актуальная группа объектов криминалистических экспертиз. В решении задачи по выявлению закономерностей изменения материальных объектов и следов на них под действием высоких температур авторами обобщены имеющиеся в криминалистической литературе сведения, проведены собственные экспериментальные исследования. Внесено предложение дополнить методики экспертного исследования рекомендациями о приемах и методах дифференциации признаков термического действия в следах на объектах, производства измерений вносимых теплом изменений, оценки таких изменений в контексте возможности использования следов в решении идентификационных и диагностических экспертных задач.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Forensic Studies of Trace Evidence Altered by Fire

Oftentimes, items found at the scenes of the fire bear trace evidence, such as traces of weapons, tools and other objects used in the process of committing the crime as well as traces of the culprit himself. Traces of crimes are signs that make up a special language, which requires special knowledge to read. According to Peirce's classification, traces are signs-indices (Peirce, 1932, pp. 391-426). (Gaspard, 2021) sees the possibility of applying the concepts of “terms”, “propositions”, and “arguments”, which allows to consider the tasks of forensic investigation as a linguistic logical task. For example, a forensic procedure such as physical match or end match (the realignment of two or more objects to prove that they at one time formed a single object) (Brooks et al., 2020) can be considered a disjunction. In the event of a fire, meanings must be derived from signs that are damaged. Nowadays, one of the main objectives of forensic science and forensic examination is to develop technical tools and methods that can be used for detection, recording, extraction and research of trace evidence affected by fire. However, there is no comprehensive solution to this problem.

The current state of forensic research of objects altered by thermal effects of the fire reveals that the main issues are determined by the currently established methodological approach of ensuring the disclosure and investigation of crimes involving fire. The main goal of this approach is to assess the event of the fire and its consequences, which also means finding evidence.

In the context of an investigation or search operation, the fire is described as the result of deliberate or careless actions that leads to the destruction and damage of property as well as death. It is often used to hide trace evidence of a previously committed crime, for example, murder, burglary, etc. A fire can also be the result of natural phenomena (a lightning strike, etc.). Lastly, fires can be caused by law enforcement operations that localize and disband armed gangs and terrorists (pyrotechnics, specialized models of small arms and ammunition, etc.).

This approach to the fire assessment was taken into account when determining different fields of studies and scientific bases of forensic studies of objects extracted from the fire scenes.

First of all, it is necessary to mention the specifics of forensic analysis in fire investigation. It includes establishing the cause of the fire, the area of its origin, the direction of flames spread, the time and temperature of thermal exposure, finding flammable and combustible liquids in the fire origin, calculating the weight and volume of burned and charred substances and materials.

Biological objects that have traces of thermal and chemical effects of the fire such as a person's body or an animal carcass are subjected to forensic medical examinations. The purpose of these examinations is to determine the cause and time of death; the nature of found traces, how they were formed and if they were formed before or after death; the M.O. of the committed crime; to analyze the victim's blood type and match it to the blood found at the crime scene, during searches of suspects or on furnishing and clothing; to investigate the possibility of committing murder and then destroying the body in a certain place and at a certain time; to establish the sequence of when the death and fire occurred; to examine the chemical composition of the victim's bone remnants and then match it to the chemical composition of the bones typical for a person of that sex, age, physique and



other individual characteristics which is then used as a basis for identifying the person; to match hairs found at the crime scene to a specific person.

Forensic investigations of the objects collected from the fire sites are conducted in order to detect conventional trace evidence such as human traces (handprints, footprints), shoe prints, traces of break-in tools, firearm traces, etc. However, the current state of expert forensic investigation of the objects altered by the fire appears to be significantly less developed in comparison with forensic science in fire investigation and forensic medicine. Its application is mostly limited to solving certain issues with detecting handprints (Dashko, 2018, pp. 92-95); experiments with weapons damaged by the fire and their firing capabilities (Astapov, 2013, pp. 93-94); studying the nature of thermal damage done to clothing, as well as the thermal source and its temperature (Mailis, 2014, p. 103); studying burnt and charred banknotes (Sosenushkina, 1996, pp. 49-55), chemometric applications related to the analysis of ignitable liquids and fire debris (Sigman & Williams, 2020; Vergeer et al., 2020).

This negatively affects the quality of forensic investigation of the objects that have been altered by the fire, and limits the effective use of its results when establishing truth in court. Therefore, there is a need for a comprehensive solution for various areas of such research.

1. First of all, in theoretical terms, it is necessary to determine the nature and subject of forensic studies of trace evidence that has been altered by the fire.

The authors suggest that, in order of priority, this type of studies relies on theoretical knowledge in forensic science, the theory of forensic examination (forensic expertology), forensic examination and its various aspects (traceology, fingerprint analysis, forensic ballistics, technical examination of documents), forensic analysis in fire investigation and other engineering and physical sciences.

Knowledge and deep understanding in the mentioned areas will ensure higher success rate in detection, analysis and use of forensically significant information about objects and traces subjected to thermal effects in the fire in order to establish the circumstances of a crime. This knowledge covers the objective needs for investigating and disclosing crimes in practice.

In terms of forensics, this scientific knowledge allows us:

- to study the change patterns in traces and objects that have been exposed to the fire under various conditions, as well as the process of damage formation on objects and traces during the fire;
- to give an expert assessment of changes in the appearance, structure of objects and traces;
- to determine the possibility of expert identification of the criminal by handprints, shoe prints, identifying the firearms, tools and other items used in the crime;
- to resolve issues of a diagnostic nature, including complex forensic examinations, aimed at establishing the process and circumstances of the crime.

It is noteworthy that each type of forensic examination has its own objects, traces and methodological approaches to solving expert problems. At the same time, the thermal effect on the objects and traces on them makes it possible to separate the forensic study of the objects damaged by the fire into a separate group. Taking into account the current state of conducting forensic examinations, it would be reasonable to add the following



items to the number of thermally affected objects and traces constituting those signs that can be read :

- small arms and their marks on bullets, gun shells and obstacles;
- traces of break-in tools and shoes, mechanical damages to items of clothing, etc.;
- traces of hands and bare feet;
- documents with traces of thermal effects on them.

Evidently, forensic ballistics studies damaged objects, i.e. small arms, cartridges, bullets, shells, shot marks. Traceological examinations study changes and damages inflicted by the fire to break-in tools and the traces they leave, mechanical damage to clothing, track traces left at the crime scene and so on. Forensic fingerprint analysis study damaged handprints on various surfaces, including Molotov cocktails, as well as handprints hidden under a layer of soot. In the forensic document examination, important results can be obtained by examining documents damaged by the fire, restoring their contents and studying damaged records, seals, etc.

Overall, forensic research of trace evidence altered by the fire studies and assesses the patterns and traces under various conditions of exposure to the fire, and studies their effectiveness in identifying objects, establishing the circumstances of the event of a crime.

The main subject of research of trace evidence altered by the fire are the facts and circumstances established by means of this examination that are used to identify objects, to determine the circumstances of a crime, while taking into account the impact of the fire on the objects under study.

2. In terms of application, the development of forensic studies of trace evidence altered by the fire requires solving problems of identifying change patterns in objects and traces on them, determining the effectiveness of using these traces in identification and diagnostic processes.

Identifying and explaining the change patterns in traces (i.e. handprints, shoe prints, traces of bullets, shells, etc.) relies on fire being described as a physicochemical process. This fact creates a need to analyze the damaging aspects of the fire, their influence on a specific object and trace. Understanding these aspects is crucial for identifying these patterns and interpreting them in order to solve any given task.

With regard to individual objects in the forensic literature, there is data on the nature of the change in an object under the influence of high temperatures, the dynamics of changes in traces and the preservation of their morphology in the context of the subsequent use of traces for solving identification and diagnostic problems.

According to the observations made by V.D. Katorov and L.V. Dashko's handprints of the criminal can often be found on the shards of glass that made up a Molotov cocktail used to commit arson. However, such traces usually are undetectable visually. An exception is the situation where handprints are left on the outer surface of a glass bottle with a thin layer of gasoline. When the gasoline burns, handprints can be seen with a magnifying glass. Barely visible handprints on the glass surface of a bottle after its breaking can be detected with cyanoacrylate vapors (Katorov, 2017, pp. 58-64). After such procedures, it is possible to conduct forensic identification.

Scientific literature describes many studies on forensic identification and study of handprints at the scene of fire (Ivashkova, 2019, pp. 117-120) (Fig. 1)

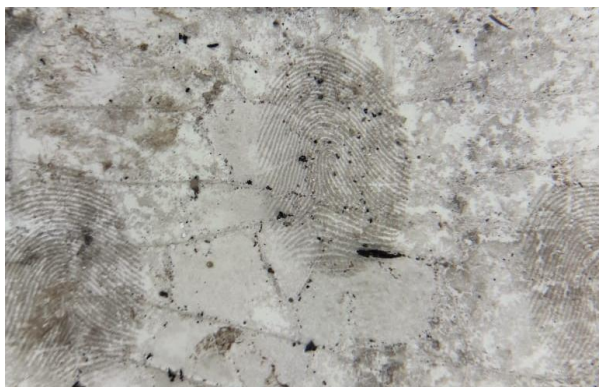


Figure 1. Detected handprints that were left on glazed ceramic tiles under a layer of soot (temperature – 4500 °C, time of exposure to heat – 15 min; a fire hose was used to extinguish the fire)

The forensic assessment of small arms seized from fire sites, as well as the assessment of rifling impressions is discussed in a number of scientific works by I.V. Latyshov (Latyshov, 2012, pp. 61-64; Latyshov, 2015, pp. 50-59).

The results of the study have shown patterns and correlations between changes in bullets, shells, rifling impressions and various temperature regimes, the duration of exposure to fire. The changes that were tracked included the appearance of oxide films or mill scales of different color and structure, the destruction of rifling impressions, the influence of these changes on the possibility of identifying the weapons (Fig. 2).

According to S.E. Kazakova, in the study of the physicochemical properties of documents, there are 4 transition stages depending on the temperature (Kazakova, 2013, pp. 74-81): drying – up to 150 °C; charring – 150-200 °C; incineration – 200-500 °C; ashing – 500-800 °C.

However, the results of the study do not cover the whole variety of cases of changes in the trace evidence altered by thermal effects of fire. A considerable part of the objects and traces generally remain without due attention, which requires conduction of experiments and observations of their changes under high temperatures.

In this aspect, there are experiments planned that will study a group of objects mentioned higher: small arms, rifling impressions on bullets, shells and obstacles; traces of break-in weapons, shoes and mechanical damage to items of clothing; handprints and footprints; documents and their attributes.



Figure 2. Changes recorded in bullets fired from a 9 mm Makarov pistol that were subjected to high temperatures (temperature – 250, 500, 750 and 10000 °C, exposure time to heat – 10, 20 and 30 min.)

During the simulation of fire in experiments, the varied parameters should include the object material, the time and temperature of exposure to fire. The results obtained during the study make it possible to explain the change in objects and traces, to assess the nature of traces and the effectiveness of using such evidence in identification and diagnostic procedures.

3. As for the methodological side of the problem, there is a need to design guidelines for conducting expert studies of trace evidence altered by fire and to integrate these studies into other expert procedures. It is also necessary to provide appropriate technical solutions for this research.

The authors propose developing a set of guidelines on techniques and methods to add to the current structure of expert research used in forensic examination. These methods include differentiating signs of thermal effect in traces and objects, making measurements of the changes caused by heat and assessing these changes in the context of using the results in identification and diagnostic procedures.

The development of expert methods for forensic research of objects altered by the fire is directly linked to the technology used for such examinations. For example, there is currently a need to determine the full scope of necessary technical means, equipment and software that make the identification and analysis procedures of the nature of trace evidence possible.

In the authors' opinion, certain stages of forensic studies of trace evidence altered by fire can be carried out by prior agreement in specialized laboratories for forensic analysis in fire investigation. This allows using such equipment and tools as a muffle



furnace, specialized metal cases for conducting fire tests, etc. It is also necessary to use specialized outdoor test sites for fire tests.

An example of using specialized knowledge in investigating crimes involving fires is the compound forensic expert studies or a complex of forensic examinations.

In the course of developing technical and forensic tools and methods that can be used for detection, recording, extraction and research of trace evidence altered by fire, the authors obtained a patent for a utility model. The patent is given for a portable device which can detect and record traces left on unpainted metal surfaces coated with industrial oil (Pakhomov, 2014). In practice it opens up new opportunities for identifying footprints in industrial facilities that have been exposed to the fire.

The forensic research of trace evidence altered by the fire can be upgraded by determining the nature and subject of such research, finding change patterns in objects and traces on them inflicted by high temperatures, adding guidelines on techniques and methods for differentiating signs of thermal effects in traces on objects, making measurements of changes caused by heat, assessing the results and evaluating the effectiveness of identification and diagnostic procedures. The combination of the technologies used makes it possible to decipher the damaged language of traces.

The guidelines and suggestions proposed by the authors for the development of forensic research of objects altered by fire include an integrated approach which increases the efficiency of disclosing and investigating crimes involving fires.

REFERENCES

- Astapov, A. N., & Kosenkov, A. B. (2013). Polucheniye Eksperimental'nykh Pul' i Gil'z dlya Identifikatsii Nareznogo Oruzhiya, Raspilennogo na Fragment [Obtaining Experimental Bullets and Shells for Identification of Burnt Rifled Weapons]. *Theory and Practice of Forensic Examination*, 2(30), 93-94
- Brooks, E., Prusinowski, M., Gross, S., & Trejos, T. (2020). Forensic Physical Fits in the Trace Evidence Discipline: A review. *Forensic Science International*, 313, 110349. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110349>
- Dashko, L. V., Dontsova, Yu. A., & Ivashkova, A. V. (2018). K Voprosu o Sokhrannosti Sledov Ruk na Meste Pozhara [The Safety Issues Of Handprints at the Scene of the Fire]. In *Technical and Forensic Support for the Disclosure and Investigation of Crimes* (pp. 92-95). MosU of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation named after V.Ya. Kikotya.
- Gaspard, J. (2021). "A Familiar Logical Triplet": on Peirce's Grammar of Representation and its Relation to Scientific Inquiry. *Synthese*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11229-021-03041-7>
- Ivashkova, A. V., Dashko, L. V., & Dontsova, Yu. A. (2019). The Issues of Safety of Handprints at the Scene of the Fire. In: *Theory and practice of forensic examination: international experience, problems, prospects: collection of scientific papers of the II International Forum, timed to coincide with the 100th anniversary of the creation of the forensic service of the Ministry of Internal Affairs of Russia* (pp. 117-120). MosU of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation named after V.Ya. Kikotya.



- Katorov, D. V., & Dashko, L. V. (2017). Forensic Investigation of Molotov Cocktails. *Forensic examination of Belarus*, 2(5), 58-64.
- Kazakova, S. E. (2013). Izmeneniya Fiziko-Khimicheskikh Svoystv Sovremennykh Materialov Dokumentov pri Vozdeystvii na Nih Vysokikh Temperatur [Changes in the Physicochemical Properties of Modern materials of Documents when Exposed to High Temperatures]. *Forensic Examination*, 4(36), 74-81.
- Latyshov, I. V. (2012). Vozmozhnosti Identifikatsii Ognestrel'nogo Oruzhiya po Sledam na Vystrelennykh Pulyakh, Podvergshikhsya posle Vystrela Termicheskomu Vozdeystviyu [Capabilities of Firearm Identification by Traces Left on Fired Bullets Subjected to Thermal Effects after Firing]. *Izvestia of Saratov University. Series: Economics. Management. Law*, 12(3), 61-64.
- Latyshov, I. V., & Pakhomov, M. E. (2015). Osobennosti Otozhdestvleniya Ognestrel'nogo Oruzhiya po Sledam na Vystrelennykh Pulyakh i Strelyanykh Gil'zakh, Podvergshikhsya Posle Vystrela Termicheskomu Vozdeystviyu [Peculiarities of Firearm Identification by Traces Left on Fired Bullets and Fired Cartridges Subjected to Thermal Effects after Firing]. *Theory and practice of forensic examination*, 3(39), 50-59.
- Mailis, N. P. (2014). Examination of Damage to Clothing as a Source of Evidence. *Theory and Practice of Forensic Examination*, 4(36), 102-104.
- Pakhomov, M. E., Lobacheva, G. K., & Latyshov, I. V. (2015). Perenosnoye Ustroystvo dlya Vyyavleniya i Fiksatsii Sledov, Ostavlennykh na Neokrashennykh Metallicheskih Poverkhnostyakh, Pokrytykh Industrial'nyim Maslom [Portable Device for Detecting and Recording Traces Left on Unpainted Metal Surfaces Covered with Industrial Oil]. (Russian Federation, Patent No. 2014144539/14). Russian Agency for Patents and Trademarks. https://yandex.ru/patents/doc/RU152513U1_20150610



Laser Method of Micro-Composite Materials Synthesis for New Sensor Platforms of an “Electronic Tongue”

Svetlana Kochemirovskaya  and Vladimir Kochemirovsky (✉) 

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Polytechnicheskaya, 29, 195251, Russia

vako4@yandex.ru

Abstract

The information on the chemical composition of biological food mixes cannot be adequately received and submitted by traditional chemical analysis methods. The Electronic Tongue technology, composed of non-selective sensors, offers a modern language of submitting information on the composition of mixes. Sensor data are mathematically processed and visualized in the form of spatial clusters on the plane of the component coordinates chosen. At the same time the materials used for the sensors play an important role, and the bimetallic microstructures provide distinction of their electrocatalytic responses to the mix composition analyzed. Whereas each separate response is not informative, the cumulative signal forms a mathematical image of the system. The authors offer a new laser method of synthesis of sensor-active micro-composite materials, solid-state bimetallic solid solutions and two-phase ones. Their microstructure is investigated by the methods of the X-ray phase, and electronic and microscopic analyses. The measurements in electrochemical cells show the presence of electrocatalytic activity and selectivity of new materials in relation to the human blood components. The method used allows to “draw” using a laser beam on the dielectric substrate of the micro-composite structure of a necessary configuration. The authors offer, according to the principles of the functioning of the electronic tongue, a new family of an electrocatalytically active nanomaterial that will allow to create new types of sensor matrixes and to expand the electronic tongue scopes.

Keywords: Electronic tongue; Electronic nose; Criminalistic analysis; Laser deposition; Analysis of physiological liquids; Micro-composites; Electrocatalytically active materials

Abstract

Информация о химическом составе биологических смесей не может быть адекватно получена и представлена традиционными методами химического анализа. Технология “Электронный язык”, состоящая из неизбирательных датчиков, – это современный язык представления состава смесей. Данные сенсора обрабатываются математически и визуализируются в виде пространственных кластеров на плоскости выбранных компонентных координат. Материалы, используемые для датчиков, играют важную роль, а различия биметаллической микроструктуры обеспечивают разные электрокаталитические отклики на анализируемый состав смеси. Каждый отдельный ответ не информативен, совокупный сигнал формирует математический образ системы. Предложен лазерный метод синтеза сенсорно-активных микрокомпозиционных материалов, твердотельных биметаллических твердых растворов и двухфазных. Их микроструктура исследована методами рентгенофазового, электронного и микроскопического анализов. Измерения в электрохимических ячейках показывают наличие электрокаталитической активности и селективности новых материалов по отношению к компонентам крови человека. Используемый метод позволяет “нарисовать” лазерным лучом на диэлектрической подложке микрокомпозитную структуру. Авторы предлагают новое семейство электрокаталитически активного наноматериала, которое позволит создавать новые типы сенсорных матриц и расширять возможности электронного языка.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Laser Method of Micro-Composite Materials Synthesis for New Sensor Platforms of an “Electronic Tongue”

INTRODUCTION

The history of chemical sensors since the early 20th century has been a story of searching selective sensors (Vlasov, 1997).

Selectivity is a cornerstone of chemical express analysis. The need for such sensors is huge in the analysis of flowing or stationary systems in the field conditions where there is no opportunity to conduct a test preparation, particularly in applied criminalistics. However, a very limited number of chemical sensors have been really selective so far. And by the late 20th century there appeared in the world of science a clarity of the fact that the infinite variation of sensor-active materials will not lead to the problem solution. In the late 1990s the new concept of sensor application, consisting in the creation of devices in the form of massif non-selective sensors with special mathematical data processing on the basis of methods for image-recognition, was offered (artificial neural networks, chemometrics, Bayes networks, etc.). This concept imitating human organs of touch was implemented when developing such analytical tools as the “electronic nose” (Gardner & Bartlett, 1994) and the “electronic tongue” which were introduced in sensor analysis in 1995 as a result of joint Russian-Italian researches (Vlasov, et al., 2005; Legin, et al., 1999).

The sensation of taste, for example, consists of five main criteria: acids, salinity, bitterness, sweet and the taste of L-glutamates (“umami”). Tasting food or drinks, people sense the taste with flavoring receptors located on the tongue. Each flavoring receptor reacts to several chemicals at the same time, thus analyzing the foodstuff. That is, the flavoring receptors exhibits low or, so-called, semi-selectivity, but not “rigid” or high selectivity. High selectivity means an unambiguous compliance of a signal of a receptor to one certain chemical. Microscopic flavoring receptors consist of approximately 50-100 cells each enabling the person to distinguish even the taste of small drops or food fragments. Research of the mechanism for the reception of flavoring substances how that the information on components of food mixes that is perceived by flavoring receptors is then transferred to taste nerves as a result of releasing neurotransmitters and, at last, reaches the taste area of the brain which processes a cumulative signal from the group of semi-selective receptors and forms a cumulative idea of the foodstuff taste.

It is almost impossible to measure the taste of products containing several hundreds of flavoring substance types by methods of traditional chemical analysis. In order to describe taste sensations, the person uses such concepts as "sweet", "not really sweet", "bitterish", "sweet-sour", "a little salty", "very salty", etc. Apart from analysis complexity, there are some interactions between different tastes and between flavoring substances. For example, coffee bitterness is suppressed with sugar addition (Trivedi, 2012; Adler, et al., 2000).

How to digitize sensations of the human tongue, and to make them suitable for quantitative chemical analysis? That is, to translate them into the language of analytic chemistry in order to be able to apply them in automatic production control, medicine,



criminalistics, etc.? The "electronic tongue" microsensors are, first of all, created for these purposes.

Molecular and cellular biology research of taste perception was transformed, at first, to sensor technologies for identification and quantitative assessment of the taste of food mixes. It was made to lower a subjective factor in the work of tasters and expert juries.

However, the aim of the new field of analytical chemistry is not limited to the problem of taste recognition. The electronic tongue, proposed in 1995, is already positioned as the sensor used for analyzing any solution consisting of a complex structure by using massif nonspecific chemical sensors and image-recognition (Ghasemi-Varnamkhasti, 2010; Winqvist, 2008).

The first patent for the taste sensor was filed in 1989 (Hayashi, 1990). It represented the system of multichannel electrodes using a lipidic and polymeric membrane as a primary converter. In order to create electronic tongues, further development of this science led to the commencement of using both other materials of primary converters, and various methods of chemical analysis. Vinkvist and Lundstr reported on a voltammetric electronic tongue in 1997, and, then, developed a hybrid electronic tongue, having united measurement technologies of potentiometrics, voltammetry and electric conductivity (Winqvist, 2008; Winqvist, et al., 2000).

A.V. Legin and his colleagues applied solid-state ion-selective electrodes on the basis of chalcogenide glass to the electronic tongue for the first time (Vlasov et al., 1994), and presented some examples of applying the system for analysis of foodstuff and the quality of drink, including wine and mineral water (Verrelli, et al., 2007; Legin, et al., 2003). For this, they processed the signals of primary and secondary converters by mathematical methods of chemometric analysis.

The difference of the electronic tongue from traditional mono-component sensors is that in its basis there is a new method of mathematical processing of a cumulative signal of groups of sensors. Each sensor which is part of the electronic tongue package cannot possess high rates of sensitivity and selectivity for the components measured, but the cumulative signal of such sensor families bears some additional information on the structure of the system which cannot be received using each sensor separately (Vlasov, et al., 2000).

The result received can be easily visualized in a 2D or 3D graphic model in the coordinate system chosen. That is, in this field we observe symbiosis of a visual image, digital model and verbal description of the system structure. It greatly simplifies a number of analytical and expert objectives as a visual image often simplifies verbal descriptions. In addition, a set of digital and visual data enables to model the following stage of human nervous system work: processing of the information store by the brain which functions are executed by highest level software. And, then, to turn to sending commands to actuation mechanisms and devices.

The modern Electronic Tongue is a new type of sensor platforms which are actively developed by leading research laboratories of the world. Similar sensor platforms received their names by analogy with natural prototypes – the human tongue and the human nose (the electronic nose for gases).



In some works (Winquist, 2008; Winquist, et al., 2000) six types of metal electrodes are used for receiving voltammetric and potential responses, and chemometric analysis of principal components (PCA) is used for analyzing the data obtained.

Chemometrics is a synthetic discipline located at the interface of chemistry and mathematics. It enables to realize difficult algorithms of data processing, in particular, the results of multiple-response and multiple-factor experiments. In turn, with the development of chemometrics, producers of measuring devices started to actively create the equipment capable to perform measurements in the form of multidimensional datasets, but not that of a single digital file or value (Rodionova, 2006).

In chemometrics there are some widely known methods:

ANN (Artificial Neural Network),
DASCO (Discrete Analysis with Short Covariation Matrix),
INLR (Implicit Nonlinear Latent Regression),
PARAFAC (Parallel Factorial Analysis),
PAT (Process Analytical Testing),
PCA (Principal Components Analysis),
PCR (Principal Components Regression),
PLS (Projection to Latent Structure), etc.

Chemometric methods are already implemented into expert and criminalistic practice. For example, in judicial and technical environmental assessment (Johnson, & Ehrlich, 2002) and judicial technical assessment of documents (Gorshkova, et al., 2020). In the latter work, the dates of the actual performance of document details are transformed to the drawings of spatial clusters on the plane of the chosen component coordinates. In the absence of such representations, experts would face a difficult problem of verbal description of the results obtained to unaccustomed listeners. Demonstrating a visual picture of chemometric clusters, for example, during a court session will help the judge understand the logic of the expert who drew a conclusion by the measurement results. So far, unfortunately, legal proceedings have not adapted such form of the argument yet and prefer to rely on verbal images and concepts, but, we believe, it is a question of the near future, since scientific and technical progress will force the parties to proceedings to master this "language".

The most frequently used method of mathematical processing of the electronic tongue signal is a chemometric method of principal components (PCA) (Malinowsky & Howery, 1980; Tauler & de Juan, 2006).

One of the main requirements to "electronic tongue" elements is their extreme smallness. Even dozens of various sensors assembled in a "package" are to allow analyzing the microquantities of substances. It is relevant in medicine and criminalistics, first of all, where it is often necessary to analyze trace quantities of some substances, e.g., blood, in the express mode (Petersen, 1996).

Another important requirement is good conductivity. Sensor materials, conducting badly, create additional problems when designing electronic schemes and devices and add a measurement error (Smikhovskaia, et al., 2019).

The best results are shown with hetero-phase micro-composite materials. Homophase metal deposits possess little lower indicators of sensitivity and selectivity than materials consisting of two and more phases. It is shown most distinctly for the

manganese systems capable to work as an "electronic nose" (Fig. 1) (Baranauskaite, et al., 2019).

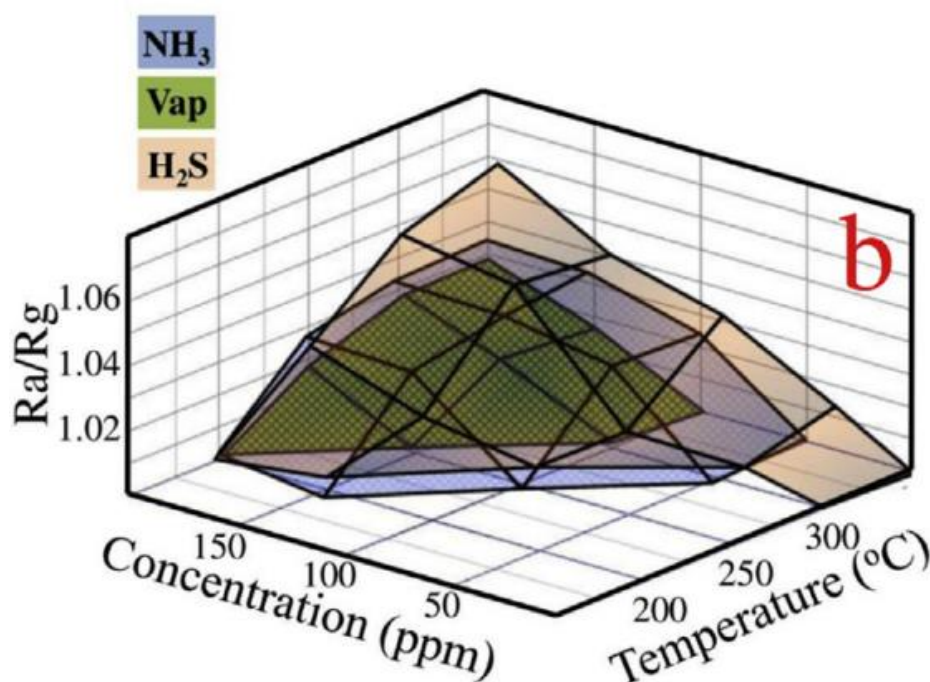


Figure. 1. The components of a cumulative signal of the molybdenum-oxidic sensor in gas mix of ammonia, hydrogen sulfide and vapors of acetic acid (Baranauskaite, et al., 2019).

Developing new methods to produce new micro- and nanocomposite materials is very important to solve the above-mentioned problem. It is known that composites have unique electric and electrocatalytic properties which makes them promising for creating various electrochemical sensors. There is a set of methods which can be applied to the production of such materials, however many of them have essential shortcomings related to using expensive reagents and difficult procedures of synthesis. The method of Laser-Induced Chemical Liquid-Phase Deposition (LCLD) has none of these shortcomings. Here, metal restoration comes from the localized volume of solution of electrolyte in the focus of a laser beam. It leads to formation of micro-dimensional metal tracks and clusters with an advanced surface on the surface of semiconductors and insulators of various types (Kochemirovskaya et al., 2020).

The article describes the authors' experience of creating a new type of voltammetric sensors that meet all requirements of platforms like the "electronic tongue" on the basis of metal one- and two-phase alloys of copper with various metals by method of laser synthesis. Their conductivity, sensitivity and selectivity to some components of human blood are tested, since it is supposed to be used for criminalistic purposes first of all.

MATERIALS AND METHODS

The device for laser synthesis of numerous micro-dimensional, invisible to humans, sensor-sensitive bimetallic micro-tracks is presented in Fig. 2.

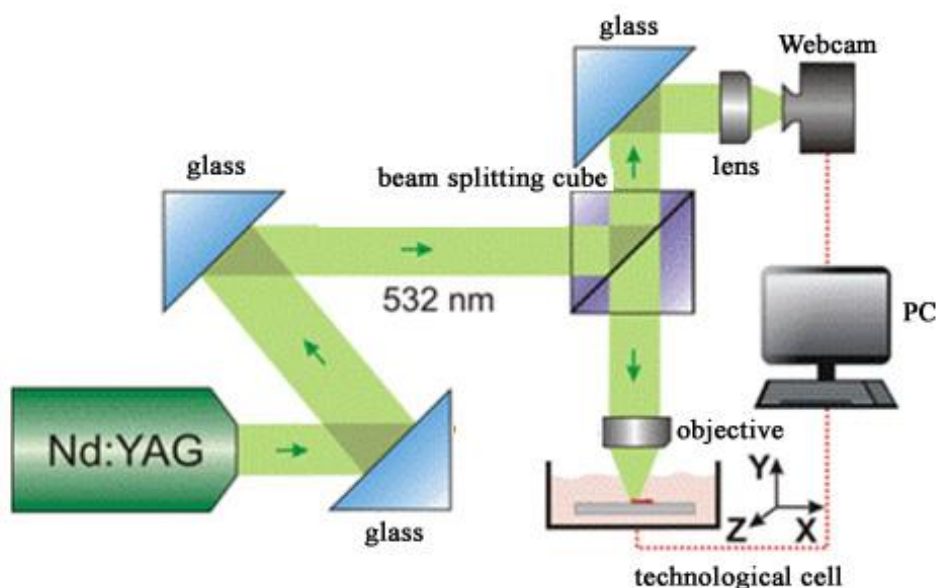


Figure 2. The technological scheme of laser synthesis of bimetallic micro-composites with high electrocatalytic activity

According to the scheme, the beam of the solid-state laser enters a system of collimating mirrors, then the beam-splitting cube, and further, via the transparent quartz glass of a cuvette and the solution on the dielectric substrate such that on the dielectric-solution border the beam is focused in a spot of 5-10 microns in diameter by means of the 8th fold lens on the interface. The beam reflected from the substrate passes, in reverse order, via the solution, quartz wall ditches, lens. Then, on the beam-splitting cube it splits in such a way that a part of the radiation reaches the webcam via the focusing system - where the webcam is used for observing the process of the deposition of metal in situ and on the monitor screen can be seen the process of focusing the initial beam on the substrate,. The dielectric and solution of electrolyte are placed on the motorized motion operated by the controller. In order to submit the operating commands with a personal computer, Standa Ltd software is used. The computer monitor is also reached by the information from the webcam by which the process is fixed in real time.

Laser radiation simultaneously activates the dielectric surface and accelerates the reaction of metal coating in the irradiated area. It occurs due to the increase of temperature in the local volume which is in focus of the laser beam in a consequence of two-photon processes (Kochemirovsky, 2014).

High intensity of focused radiation creates a local area of big temperature and concentration gradients, therefore the deposition has a localized nature: the width of the



conducting tracks is in the interval of 50-250 microns. That is, it is possible to apply more than 150 sensor sensitive elements, 2 mm long each, on 1 sq.cm of the dielectric isolating material surface. Such geometrical parameters are optimum to create an electronic tongue.

The solutions used for laser deposition of micro-dimensional electrochemical sensors simultaneously contain the solutions of chlorides of copper and metals: cobalt, nickel, iron and zinc, xylitol reducer, organic sodium-potassium tartrate ligand and pH regulator. Compositions of solutions and concentration of components of basic solution are in Tab. 1.

Table 1. Composition of basic cupriferous solution for laser synthesis of bimetallic micro-composites

Component	Concentration, M
Copper source: CuCl_2	0.01
Ligand: sodium-potassium tartrate	0.033
Acidity regulator: NaOH	0.1
Reducer: xylitol	0.075

The EDX analysis of the microstructure of samples was conducted by means of a scanning electronic microscope of Zeiss Supra 40VP with a field (Field Emission) cathode, column electronic GEMINI optics and completely oil-free vacuum system with an operating mode with low vacuum (VP).

The X-ray phase analysis of the synthesized structures was conducted with a Bruker "D2 Phaser" diffractometer with the copper anode and solid-state position sensitive detector of reflected LYNXEYE X-rays. The angle of diffraction was changed from 0 to 100 degrees.

The measurements of voltammetric characteristics of electrochemical cells were taken with a R-301 ELLINS potentiostat, in the background solution of 0.1 M Na_2SO_4 . The length of the metal tracks synthesized by means of the laser-induced deposition method was 2 mm.

For the measurements, the cell working according to the three-electrode scheme was used.

As a contact with micro-tracks received on the surface of the glass-ceramic chip, the copper electrodes were put with the laser ablation method or conducting Kontaktol glue on the basis of silver.

RESULTS

In traditional research of metal structures, synthesized by method of laser deposition, width-power dependence is used as a criterion for the determination of deposition speed. In this case, this parameter also receives a special importance because one of the aims of the research is to create the sensor platform of the electronic tongue and, consequently, we face the problem of maximum miniaturization of the sensor while simultaneously maintaining high conductivity.

There is copper, a basic metal for all sensor and active precipitates studied and metals forming with copper various types of phase diagrams, cobalt (the diagram forming in a

eutectic manner), nickel (unlimited solubility in a strong and liquid state), iron (the chart of eutectic type with wide concentration areas of solid solutions) and zinc. The similarity of the copper-iron and copper-cobalt charts consists in the eutectic nature of interaction, the distinction is in the presence of wide concentration areas of solid solutions of metals. The similarity of the copper-nickel and copper-zinc charts consists in available wide areas of chemical interaction in the form of solid solutions, but, simultaneously, in case of the copper-zinc chart there are chemical compounds of structures of CuZn , Cu_5Zn_8 , CuZn_3 (Kochemirovskaya et al., 2020).

Fig. 3 represents graphic dependence of the deposited structures' width on the power of laser deposition.

It is apparent from all four graphs represented in Fig. 3 that the introduction of additives promotes miniaturization of the deposited structures, since, while increasing the power of laser radiation, the width grows much less when additives are introduced.

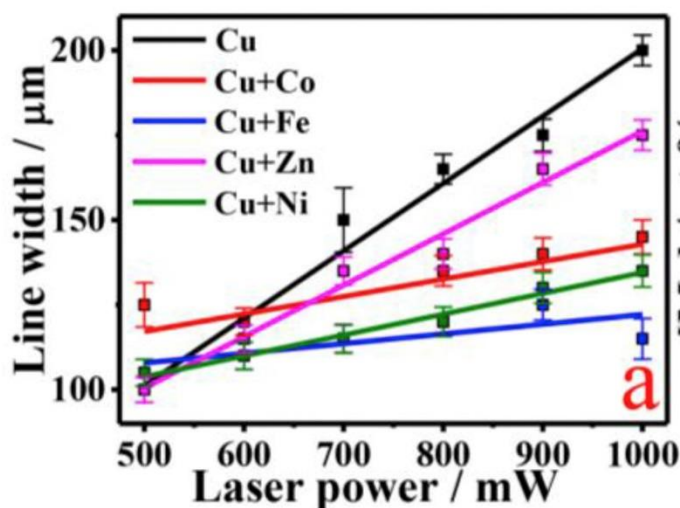


Figure 3. Linear approximations of dependences of width of the copper structures deposited from solutions with additives on the power of laser radiation of deposition (Smikhovskaia et al., 2018).

Miniaturization is easily achievable with the help of metals that interact with copper in a eutectic manner (particularly, cobalt and iron), i.e., potentially forming hetero-phase sensor sensitive materials of the electronic tongue. I.e., actually, the problem of reproducing the complex structure of the tongue receptors on the basis of available inorganic cheap materials is solved.

Nevertheless, as a result of metal additives, there is an insignificant increase in electrical resistance of precipitation received from solutions with the additives in comparison with purely copper structures.

The data of scanning electronic microscopy demonstrate that the precipitation consists of particles of 50-200 nm in size. The average size of the particles does not

correspond to the concentration of additives or electrical resistance of 2-mm tracks (Fig. 4).

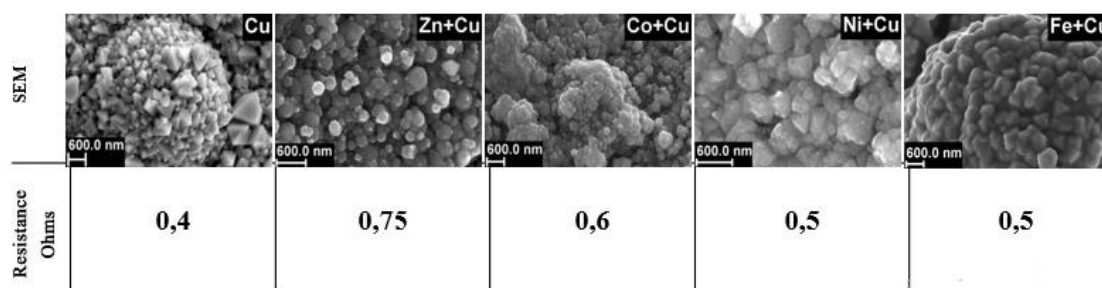


Figure 4. Laser induced coprecipitation of copper with nickel, cobalt, iron and zinc. Photos 1 and 4 from (Smikhovskaia, et al., 2018).

In Fig. 5, there are some X-ray diffractograms of the samples received from solutions by a laser method on the substrate of ST-50 glass-sitall. The individual peaks of zinc, iron, nickel are not revealed, which can be the result of codeposition of metals in the form of solid solutions. In case of the cobalt additive, there are individual peaks of the latter in the diffractograms.

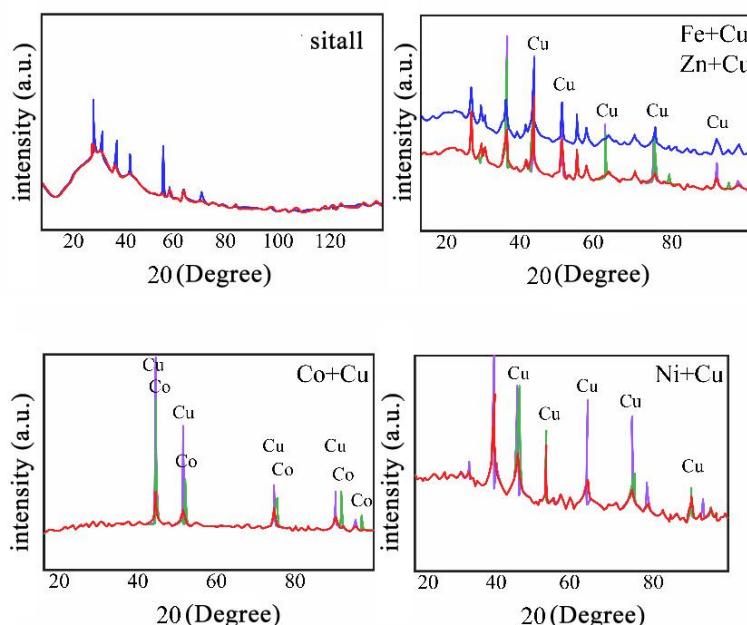


Figure 5. Diffractograms of sitall of precipitates obtained from solutions with additives CoCl_2 , FeCl_3 , NiCl_2 , ZnCl_2 (figures 2 and 3 from Smikhovskaia, et al., 2018)

The differences of bimetallic track microstructures provide the distinction of their electrocatalytic responses to the composition of the mix analyzed. Each of these responses

is separately a little informative for the quantitative chemical analysis of a complex mix. Together, they are capable to form a mathematical "image" of the system on the basis of a cumulative signal. The further algorithm of transforming this numerical matrix in visual and verbal images was briefly described in the previous sections.

The most promising types of contemporary electronic tongues are based on electrochemical principles (Legin, 2003; Verrelli, 2007; Vlasov et al, 1994; Winquist, 2008; Winquist et al., 2000). This is due to the simplicity of technical solutions when developing electronic schemes of reception and processing a signal of primary converters.

In order to test electrochemical properties of materials of hetero-phase microsensors, the structures received were investigated by the method of cyclic voltammetry. The quantitative characteristic of the proceeding reactions is the height and area of the peaks received, the qualitative one is the value of electrode reaction potential. In this case, the form of current curves is identical to purely copper electrodes and the electrodes received from solutions with the additives. The introduction of nickel, zinc and iron to the copper deposit leads to an insignificant shift of potentials to the positive area which data can be the consequence of forming solid solutions at the laser induced deposition of copper from the solutions containing mixes of metal chlorides which correlates with the X-ray phase analysis result.

The area of the graph, limited to a voltammetric curve, characterizes a charge which proceeds via an electrode at the set concentration of the analyte studied. This parameter is responsible for sensitivity of the electrode. In Fig. 6 there are some voltammograms the microtracks received by a laser method from the solutions containing 0.01 M of NiCl_2 , CoCl_2 , FeCl_3 , ZnCl_2 in the background solution of electrolyte of 0.1 M of Na_2SO_4 (pH=9.8). The addition solution for laser deposition of CoCl solution with concentration of 0.01 M, leads to forming the track with much higher analytical response than that of the same quantity of NiCl_2 , FeCl_3 and ZnCl_2 , besides, with these structures, the maximum miniaturization of a deposit is obtained.

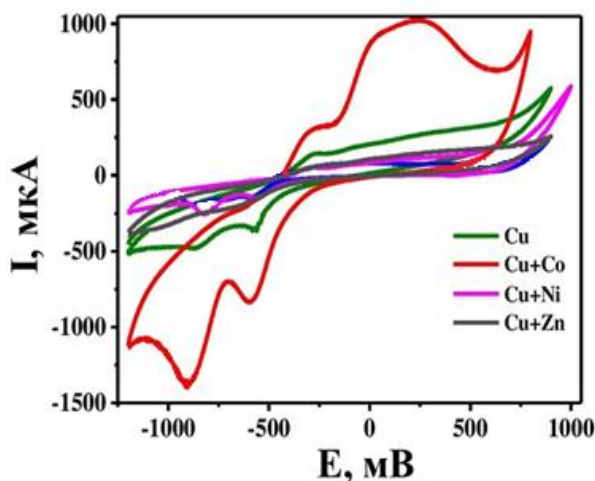


Figure 6. The voltammogram of the bimetallic microtracks received by the method of laser deposition (Smikhovskaia et al., 2018).

It should be noted also that the control experiment on the laser deposition of a microtrack of pure cobalt and the research of its electric and sensor properties demonstrate that the structures synthesized are practically not conducting (the size of electrical resistance exceeds 10 MΩ), and it cannot be used as indicator electrodes in an electrochemical cell.

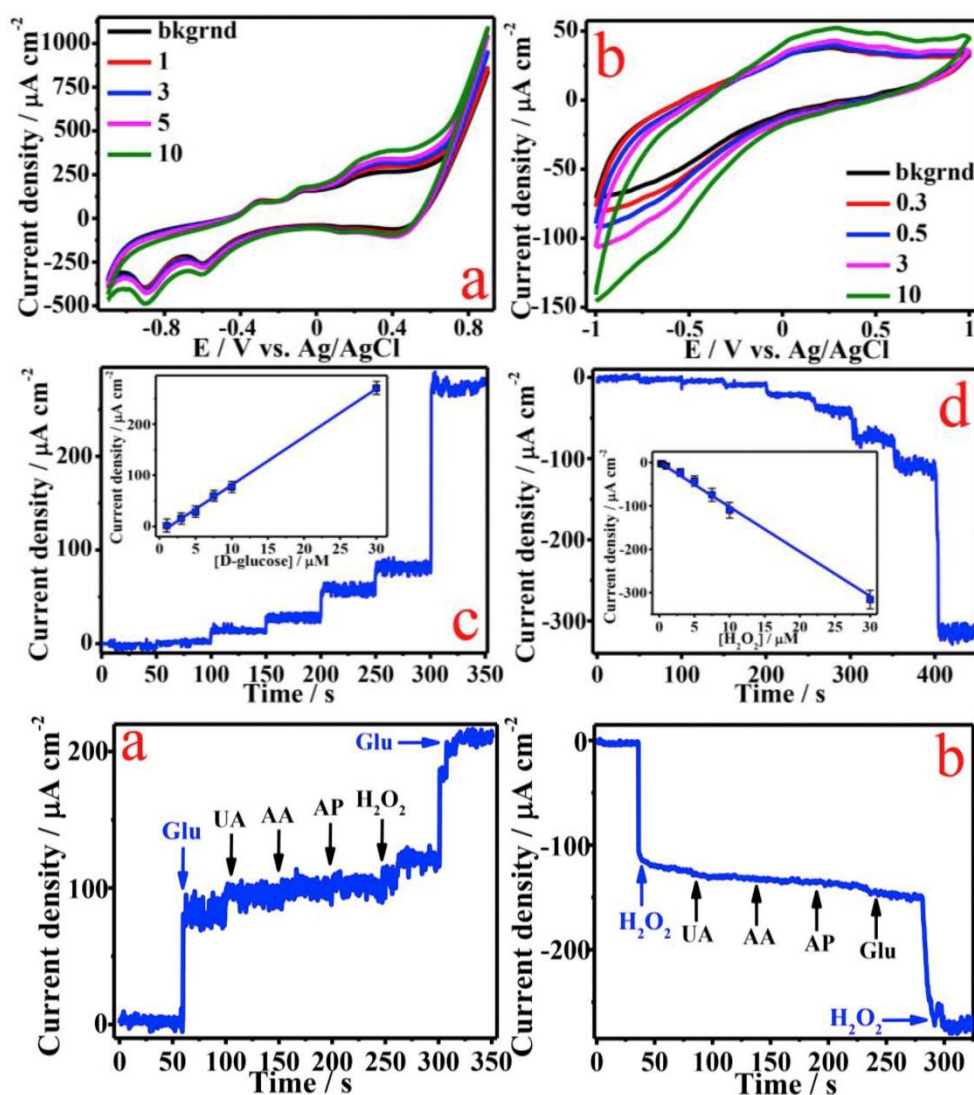


Figure 7. The cyclic voltammograms and chronoammograms of a copper-cobalt, microtrack in hydrogen peroxide solutions (a) and the glucose (b), and also in a complex mix containing, together with H₂O₂, glucose (GLU), uric acid (UA), ascorbic acid (AA), acetaminophenol (AP) in a background electrolyte (Smikhovskaia et al., 2018).

The results obtained can be explained, having assumed that the deposits - except for the one containing cobalt - synthesized by the method of the laser induced deposition,



represents solid solutions on the basis of copper. In this case, the impurity metal atoms are built in a crystal lattice of a copper deposit, increasing its density at the simultaneous increase of electrical resistance.

The characteristic difference of the binary chart of "copper-cobalt" from those of Cu-Ni, Cu-Fe and Cu-Zn is that both metals interact at the eutectic type, that is, they are not inclined to interconnect and have, unlike the chart of Cu-Fe, extremely insignificant areas of solid solutions (Lyakishev et al., 1990).

Besides cobalt, silver possesses a similar phase diagram in the interaction with copper. Nevertheless, in case of laser induced deposition of silver and laser induced codeposition of copper with silver, chloride-anion cannot be used and replaced with nitrate-anion, because of the insolubility of silver chloride in water.

Some experiments on joint (Cu+Ag), and also consecutive deposition of silver on copper (Cu\Ag) were conducted. This manner of deposition excludes the possibility of metals interacting according to the crystallization fields of the phase diagram and, according to the physical and chemical characteristics, it is closer to a mechanical way of forming micro-composites. Copper-cobalt microtracks obtained by consecutive deposition have high sensor activity (Fig. 7). Copper-cobalt microtracks demonstrate the same results.

DISCUSSION

The detailed study of interrelations of the processes unfolding near the focus of a laser beam on a dielectric surface in the solution for laser deposition confirm the systems approach adopted here - and so do the properties of bimetallic deposits. This systems approach aims for the improvement of the technology of laser synthesis of materials for electronic tongue micro-components in the form of polymetallic micro- and nanostructured systems having high conductivity, electrocatalytic activity and other useful properties.

This work describes the development of a promising sensor platform to create an "electronic tongue" on a microchip basis with a set of electrically and catalytically active microtracks forming - as a result of interaction with the liquid environment - a dataset which can be processed by methods of PCA image-recognition.

The main advantage of the technology offered is an opportunity to simply, not expensively, and ecologically sustainable, realize a "package" of differing sensors in the dimensions close to the human tongue's taste clusters. Each separate sensor of such a "tongue" is not visible to the human eye - just as little as a group of taste receptors of a biological prototype. Certainly, there are already alternative technologies of creating micro-sensors of similar smallness but these technologies are connected with the production of expensive precision templates (Saei et al., 2013). The method offered here is unconventional. It consists in "drawing" by a laser beam on the dielectric substrate of a micro-composite structure of a necessary configuration. Particularly, for example, it is possible to reproduce, close to the nature, a 3D model of the human tongue possessing functions similar to the tongue. Also, in contrast to some alternative technologies, the production process does not involve the formation of toxic waste. The method offered is waste-free. The synthesis of microtracks is conducted until full expenditure of reactants,



and the realized sensors can be repeatedly dissolved in acid and sent to a new production cycle.

The result obtained is well coordinated with the trends of materials science of the electronic tongue that were outlined above (Legin et al, 2003; Verrelli et al., 2007; Vlasov et al., 1994; Winqvist, 2008; Winqvist et al., 2000). In these works, special attention was paid to original nonspecific solid-state chemical sensors. In total, the matrix consists of 0 to 45 sensors. The matrix composition is being changed during the experiments depending on stability of the sensor and/or cross sensitivity. All the measurements are taken by electrochemical methods. Data processing is conducted with the use of analysis of PCA main components and various types of artificial neural networks: return distribution, self-organizing card (Kohonen network), etc. Various types of special computer software are used. However, the principles of the device design and performance are identical to all applications. It is a mainframe of conductive sensors on a chemically inert substrate or in an inert case.

According to these principles, the new family of electrocatalytically active nanomaterials enables the creation of new types of matrixes for an electronic tongue and to expand their scope.

REFERENCES

- Adler, E., Hoon, M. A., K. L. Mueller, C. S., Chandrashekar, J., Ryba, N. J. & Zuker, C. S. (2000). A novel family of mammalian taste receptors. *Cell*, 100(6), 693-702. [https://doi.org/10.1016/s0092-8674\(00\)80705-9](https://doi.org/10.1016/s0092-8674(00)80705-9)
- Barauskaite, V. E., Novomlinskii, M. O., Tumkin, I. I., Khairullina, E. M., Mereshchenko, A. S., Balova, I. A., Panov, M. S., & Kochemirovsky, V. A. (2019). In situ laser-induced synthesis of gas sensing microcomposites based on molybdenum and its oxides. *Composites Part B: Engineering Volume*, 157, 322-330. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.08.008>
- Gardner, J. W., & Bartlett, P. N. (1994). Brief history of electronic noses. *Sensors and Actuators, B: Chemical Volume B18, 1-3 pt 1*, 211-220. [https://doi.org/10.1016/0925-4005\(94\)87085-3](https://doi.org/10.1016/0925-4005(94)87085-3)
- Ghasemi-Varnamkhasti, M., Mohtasebi, S. S. & Siadat, M. (2010). Biomimetic-based odor and taste sensing systems to food quality and safety characterization: An overview on basic principles and recent achievements. *Journal of Food Engineering*, 100, 377-387. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.04.032>
- Gorshkova, K. O, Rossinskaya, E. R, Kirillova, N. P, Fogel, A. A, Kochemirovskaya, S. V., & Kochemirovsky V. A. (2020). Investigation of the new possibility of mathematical processing of Raman spectra for dating documents. *Science & Justice*, 60(5), 451-465. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2020.06.007>
- Hayashi, K., Yamanaka, M., Toko, K., & Yamafuji, K. (1990). Multichannel taste sensor using lipid membranes. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2(3), 205-213. [https://doi.org/10.1016/0925-4005\(90\)85006-K](https://doi.org/10.1016/0925-4005(90)85006-K)
- Johnson, G. W., & Ehrlich, R. (2002). State of the Art Report on Multivariate Chemometric Methods in Environmental Forensics. *Environmental Forensics*, 3(1), 59-79. <https://doi.org/10.1006/enfo.2002.0080>
- Kochemirovskaya, S.V., Novomlinsky, M.O., Fogel, A.A., & Kochemirovsky, V.A. (2020). Laser synthesis of nanomaterials to create a new family of electrochemical



- microbiosensors. *Pharmacy Formulas*, 2(3), 74-88. <https://doi.org/10.17816/phf41941>
- Kochemirovsky, V. A., Fateev, S.A., Logunov, L. S., Tumkin, I. I., Safonov, S. V. (2014). Laser-induced copper deposition with weak reducing agent. In *Proc. SPIE 9065, Fundamentals of Laser-Assisted Micro- and Nanotechnologies 2013* (90650G). Laser Association. <https://doi.org/10.1117/12.2053534>
- Legin, A., Rudnitskaya, A., Lvova, L., Di Natale, C. & D'Amico, A. (2003). Evaluation of Italian wine by the electronic tongue: Recognition quantitative analysis and correlation with human sensory perception. *Analytica Chimica Acta*, 484(1), 33-44. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(03\)00301-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(03)00301-5)
- Legin, A. V., Rudnitskaya, A. M., Vlasov, Y. G., Di Natale, C. and D'Amico, A. (1999). The features of the electronic tongue in comparison with the characteristics of the discrete ion-selective sensors. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 58(1-3), 464-468. [https://doi.org/10.1016/S0925-4005\(99\)00127-6](https://doi.org/10.1016/S0925-4005(99)00127-6)
- Lyakishev, N.P., Bannykh, O.A., Rokhlin, L.L. (1996). *Diagrammy sostoyaniya dvoynnykh metallicheskih system* [Diagrams of state of double metal systems]. Mechanical Engineering.
- Malinowsky, E.R., & Howery, D.G. (1980). *Factor analysis in Chemistry*. J. Wiley.
- Petersen, To. From microsensors to microinstruments. *Sensors and Actuators A: Physical*, 56(1-2), 143-149. [https://doi.org/10.1016/0924-4247\(96\)01289-7](https://doi.org/10.1016/0924-4247(96)01289-7)
- Rodionova, O. E. (2006). Khemometricheskii podkhod k issledovaniyu bol'shikh massivov khimicheskikh dannykh [Chemometric approach to the study of large arrays of chemical data]. *Russian Chemical Journal (Journal of the Russian Chemical Society named after D.I. Mendeleev)*, L(2), 128-144.
- Saei, A. A., Najafi-Marandi, P., & Abhari, A. (2013). Electrochemical biosensors for glucose based on metal nanoparticles. *TrAC. Trends in Analytical Chemistry*. 42: 216-27. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2012.09.011>
- Smikhovskaia, A. V., Novomlinsky, M. O., Foge, A. A., Kochemirovskaya, S. V., Lebedev, D. V., & Kochemirovsky, V. A. (2019). Laser method of microscopic sensor synthesis for liquid and gas analysis using glucose and H₂S as an example. *Journal Solid State Electrochem*, 23(11), 3173-3185. <https://doi.org/10.1007/s10008-019-04389-0>
- Smikhovskaia, A. V., Panov, M.S., Tumkin, I. I., Khairullina, E. M., Ermakov, S. S., Balova, I. A., Ryazantsev, M. N., Kochemirovsky, V.A. (2018). In situ laser-induced codeposition of copper and different metals for fabrication of micro-composite sensor-active materials. *Analytica Chimica Acta*. 1044, 138-146. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2018.07.042>
- Tauler, R., & de Juan, A. (2006). Multivariate Curve Resolution. In P. Gemperline (ed.) *Practical Guide to Chemometrics* (pp. 417-474). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1080/10408340600970005>
- Trivedi, B. P. (2012). Gustatory system: The finer points of taste. *Nature*, 486(7403), S2-S3. <https://doi.org/10.1038/486S2a>
- Verrelli, G., Lvova, L., Paolesse, R., Di Natale, C., & D'Amico, A. (2007). Metalloporphyrin – Based electronic tongue: An application for the analysis of Italian white wines. *Sensors*, 7(11), 2750-2762. <https://doi.org/10.3390/s7112750>



- Vlasov, Y., Bychkov, E. A. & Legin, A. (1994). Chalcogenide glass chemical sensors: Research and analytical applications. *Talanta*, 41(6), 1059-1063. [https://doi.org/10.1016/0039-9140\(94\)00124-3](https://doi.org/10.1016/0039-9140(94)00124-3)
- Vlasov Yu.G., Legin A.V, Rudnitskaya A.M., D'Amico A., & Di. Natale C. (2000). "Electronic tongue" – new analytical tool for liquid analysis on the basis of non-specific sensors and methods of pattern recognition. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 65, 235-236. [https://doi.org/10.1016/S0925-4005\(99\)00323-8](https://doi.org/10.1016/S0925-4005(99)00323-8)
- Vlasov, Y., Legin, A., Rudnitskaya, A., Di Natale, C. & D'Amico, A. (2005). Nonspecific sensor arrays ("electronic tongue") for chemical analysis of liquids. *Pure and Applied Chemistry*, 77(11), 1965-1983. <https://doi.org/10.1351/pac200577111965>
- Vlasov, Yu. G. (1997). Isfet's and other miniature chemical sensors: Perspective of the development and analytical application of multisensors arrays with selective and non-selective membranes. *Annali di Chimica*, 87(3-4), 261-272.
- Winqvist, F., Holmin, S., Krantz-Rülcker, C., Wide, P., & Lundström, I. (2000). A hybrid electronic tongue. *Analytica Chimica Acta*, 406(2), 147-157. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(99\)00767-9](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(99)00767-9)
- Winqvist, F. (2008). Voltammetric electronic tongues – Basic principles and applications, *Microchimica Acta*, 163(1–2), 3-10. <https://doi.org/10.1007/s00604-007-0929-2>



Special Topic: Forensic Examinations – Terms and Techniques

The Language of Technical Examinations and Forensic Science

Alexander Isaev (✉)

Research Institute of Forensic Science, Mozhaiskoe highway, 29, 21471, Moscow, Russia

isaev@avtomashinist.ru

Abstract

There is a problem of understanding the language of forensic experts by other participants in court. This article discusses the language system of an expert. The author proposes an interdisciplinary approach to the study of this system. It specifies the reasons why the scientific style of the language does not fully meet the requirements of forensic examination. Recommendations for improving the language system are therefore included. The expert language consists of a natural language, a scientific language, and a formalized sign language. At the same time, its legal significance requires that it adapts to law enforcement which is hindered by the overuse of formalized and scientifically specialized linguistic apparatus, resulting in complex linguistic constructions that make it difficult to understand. Although in some cases the inclusion of formulae and special methods of analysis in an expert opinion is inevitable, it is often possible to use symbols and scientific laws that are included in the school curriculum. Particular attention should nevertheless be paid to the meaning of the given calculations. It is recommended to include a list of terms and abbreviations used in the research part of the expert's report. An expert must become a “translator” who can easily convey to an investigator or judge legally important information resulting from scientific research and the methodology for obtaining it. It is recommended not to use a scientific style of presentation, but a popular scientific substyle, which includes not highly specialized, but common terminology, allowing for simplification of definitions, the use of descriptive phrases, comparisons and examples. This paper also presents the experience of Professor Viktor Vasilyevich Strekopytov who introduced a visual language of drawings, diagrams and graphs into the language system of experts. The practice of supplementing the expert opinion with visual materials does not exempt experts from the need for a detailed verbal description, which should not only give a complete picture, but also focus on semantic details.

Keywords: Language; Expert's language system; Popular Scientific Substyle; Forensics; Criminalistics



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Специальный выпуск: Технология Криминалистики и Судебной Экспертизы

Язык судебно-технических экспертиз и криминалистики

Александр Владимирович Исаев (✉)

АНО "Научно-исследовательский институт судебных экспертиз и криминалистики", шоссе
Можайское, 29, 21471, Москва, Россия

isaev@avtomashinist.ru

Аннотация

Существует проблема понимания языка судебных экспертов и экспертов-криминалистов другими участниками судебного процесса. В статье рассматривается языковая система эксперта. Предложен междисциплинарный подход к изучению данной системы, позволяющий выявить причины, по которым научный стиль языка не в полной мере удовлетворяет требованиям судебной экспертизы, и дать рекомендации по совершенствованию языковой системы. Экспертный язык состоит из естественного языка, языка науки и формализованного языка знаков. В тоже время его юридическое значение требует адаптации к правоприменению, чему препятствует злоупотребление формализованным и специально научным языковым аппаратом и сложными языковыми конструкциями, затрудняющим его понимание. Хотя включение в экспертное заключение формул и специальных методов анализа в ряде случаев является неизбежным, тем не менее часто можно использовать символы и закономерности, входящие в программу средней школы. Особенное внимание должно уделяться смыслу приводимых выкладок. В исследовательскую часть заключения рекомендуется включать список используемых терминов и сокращений. Эксперт должен стать "переводчиком", доступно доносящим до следователя или судьи юридически важную информацию, являющуюся результатом научного исследования и методику ее получения. Рекомендуется использовать не научный стиль изложения, а научно-популярный подстиль, включающий не узкоспециальную, а общеупотребительную терминологию, допускающий упрощение определений, применение описательных оборотов, сравнений и примеров. В статье представлен опыт профессора Виктора Васильевича Стрекопытова, вводящего в языковую систему экспертов визуальный язык рисунков, схем и графиков. Практика дополнения экспертного заключения визуальными материалами не освобождает экспертов от необходимости подробного словесного описания, которое должно не только давать полное представление, но и акцентировать внимание на смыслообразующих деталях.

Ключевые слова: Язык; Языковая система эксперта; Научно популярный Подстиль; Судебная экспертиза; Криминалистика.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Язык судебно-технических экспертиз и криминалистики

Для судебного эксперта и эксперта-криминалиста язык является таким же инструментом, как средства измерения, лабораторное оборудование или экспертная методика. При этом само понятие “язык” трактуется весьма широко – это не только русский язык как официальный язык судопроизводства в правоохранительных органах, Конституционном Суде, Верховном Суде, кассационных и апелляционных судах общей юрисдикции, военных и арбитражных судах Российской Федерации – но и система языковых средств, которая даёт возможность эксперту наиболее полно передать информацию, которую он хочет донести до следователя, дознавателя или судьи. Язык эксперта настолько специфичен, что ряд авторов сравнивает положение участников процесса, слушающих эксперта, с чужестранцем, пытающимся попасть в нужное место, слушая советы на иностранном языке (Magni, & Pitts, 2020). Существуют многочисленные примеры того, как язык эксперта не позволяет полноценно оценивать результаты судебными органами (Benyounis, 2019; Biedermann, Champod, & Willis, 2017; Howes, 2019; de Keijser & Elffers, 2012). Британские криминалисты задаются вопросом говорят ли эксперты и следователи (и другие неспециалисты в данной области) на одном языке? (Jackson et al, 2006, p.37). Некоторые исследователи пишут о языке судебной экспертизы (forensic language) как об особом лингвистическом феномене (Rusnac & Odagiu, 2020; Stelly & Roussev, 2018).

Основания для такого утверждения, несомненно, есть – вряд ли человеку без специального образования будут понятны термины “трасология”, “ольфакторный след” или “фазовый состав”. Причина такого нарушения коммуникации в том, что эксперт как лицо, обладающее специальными знаниями, применяет ту систему языковых средств, которая принята в его специальности. Изучение данной системы, на наш взгляд, возможно в рамках междисциплинарного исследования “на стыке” нескольких наук:

- теории судебной экспертизы (судебной экспертологии);
- лингвистики и её разделов (риторика, стилистика и т.п.);
- общей и математической логики.

Ниже будет рассмотрено влияние каждой из наук на формирование языковой системы эксперта.

Наиболее подробно вопросы исследования экспертного языка рассматриваются в трудах по судебной экспертологии. Так, Е. Р. Россинская, Е. И. Галяшина и А. М. Зинин рассматривают язык как совокупность трёх категорий:

- естественный язык, используемый для общения людей;
- язык науки как адекватное отображение определённых явлений в понятиях и представлениях субъекта;
- формализованный язык как искусственно созданная знаковая система, используемая для передачи определённой символической информации (Россинская



Россинская, 2018; Россинская и Галяшина, 2018; Россинская, Галяшина и Зинин, 2017, с. 57-58; Судебная экспертиза: типичные ошибки, 2017).

В. О. Кузнецов (2020) в своей диссертационной работе разработал систему экспертных лингвистических понятий, отражающих соотношение правовых категорий и лингвистических феноменов. Данная система была образована с целью более эффективного использования заключения эксперта как доказательства по делу (Кузнецов, 2020, с. 8).

В учебно-методических работах по технике письменной научной речи язык судебного эксперта как таковой не рассматривается. Однако, на наш взгляд, весьма полезным для любого эксперта будет развитие навыков владения научным и официально-деловым стилями литературного русского языка. Это важно и потому, что научный стиль по сути является нейтральным (Колесникова, 2002, с. 9), а эксперт обязан в своём исследовании “дать обоснованное и объективное заключение по поставленным перед ним вопросам”¹. Составлению такого заключения как раз помогает овладение вышеуказанными навыками.

Интерес представляют также работы по риторике, особенно прикладной (Зверев, 2014; Короткина, 2019; Wachsmuth et al., 2018). Так как эксперту часто приходится участвовать в допросе, производимом в суде или у следователя (дознателя), то ему надлежит владеть и устной речью. Конечно, использовать “адвокатское красноречие” (Watson, 2019) эксперту нет необходимости – однако, тем не менее, овладение риторическими приёмами весьма полезно.

Знание логики помогает эксперту избежать ошибок как в ходе исследования, так и при составлении заключения эксперта. К тому же формализованный язык современной логики позволяет избежать сложных языковых конструкций, что облегчает восприятие текста заключения. В отношении языка математической логики, на наш взгляд, самое лучшее определение принадлежит замечательному русскому математику Н. А. Лобачевскому: “[Этот язык], не утомляя напрасно нашего внимания, одной чертой выражает обширные понятия” (цит. по Ивин, 1983, с. 54).

Как указывалось выше – судебный эксперт и эксперт-криминалист обязаны хорошо владеть научным и официально-деловым стилями литературного языка. При составлении процессуальных документов, деловой переписки и оформлении вводной части заключения эксперта надлежит использовать официально-деловой стиль, а при оформлении исследовательской части и выводов – научный стиль.

Однако тот язык, к которому привыкли эксперты – выходцы из научных кругов, не совсем подходит для тех целей, которые должны быть реализованы в тексте заключения эксперта. Причины тому следующие:

1. Излишний “крен” современного научного языка (особенно в физико-математических, химических и технических науках) в сторону использования формальных символов математической логики.
2. Узкая “целевая аудитория” научных статей.

¹ Федеральный закон №73-ФЗ от 31.05.2001 “О судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации”. – Ст.16. Дата обновления: 17.04.2021 г. URL: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-31052001-n-73-fz-o/> (дата обращения: 17.04.2021 г.)



3. Недостаточная общеязыковая подготовка современных научных работников.

Эксперту всегда необходимо помнить том, что он, по словам выдающегося советского и российского эксперта, д.ю.н., проф. Ю. Г. Корухова (1928-2015), “является помощником следователя или судьи”. Таким образом, заключение эксперта должно удовлетворять основному требованию – быть понятным судьей или следователю.

Практический опыт показывает, что для удовлетворения данного требования систему языковых средств необходимо адаптировать для целей судебной экспертизы. Для этого надлежит:

- в исследовательской части приводить список (в табличной форме) терминов и сокращений, используемых экспертом;
- избегать сложных грамматических конструкций, использовать преимущественно короткие фразы;
- не злоупотреблять формулами;
- использовать для пояснения графики и рисунки.

В отношении двух последних рекомендаций уместно привести некоторые принципы, сформулированные д.т.н., профессором В. В. Стрекопытовым (1930-2015), который воспитал многих действующих экспертов-транспортников:

1. “Каждая формула снижает число читателей вдвое”.
2. “Один плохой рисунок заменяет пять страниц хорошего текста” (цит. по Исаев, 2020 с. 45-48).

Конечно, без использования формул судебному эксперту обойтись нельзя – но их применение должно быть таковым, чтобы ход рассуждений был понятен не только эксперту, но и следователю или судье. Для этого, на наш взгляд, целесообразно:

- использовать язык математической логики, наиболее понятный адресату заключения – т.е. такую символику, которая применяется в учебниках физики, химии и математики для средних учебных заведений;
- не использовать сложные формулы, даже если они приведены в официальных методиках – любую формулу можно как усложнить, так и упростить с помощью приёмов математики;
- максимально подробно объяснять физический смысл и размерность величин, применяемых в формулах.

Например, объяснение термина инженерно-транспортной экспертизы – тормозного коэффициента поезда – можно сделать таким образом:

“В соответствии с “Правилами тяговых расчётов для поездной работы” расчётным тормозным коэффициентом поезда называется отношение суммарного расчётного нажатия всех тормозных колодок поезда к его массе, то есть



$$v_p = \frac{\sum K_p}{P+Q},$$

где $\sum K_p$ – суммарное расчётное нажатие всех тормозных колодок поезда, тс;

P – масса локомотива, т.;

Q – масса состава, т.

Таким образом, показатель обеспеченности поезда тормозами – расчётный тормозной коэффициент – прямо пропорционален нажатию тормозных колодок и обратно пропорционален массе локомотива и состава.

В свою очередь, на нажатие тормозных колодок оказывают влияние:

- состояние тормозной системы поезда;
- режим управления тормозами;
- погодные условия.”

В данном примере используется как язык математики, так и научный стиль литературного языка.

При составлении таблицы используемых терминов и сокращений нами рекомендуется как приводить определение термина согласно ГОСТу, так и – в случае необходимости – указать пример (таб. 1)

Таблица 1. Пример таблицы используемых терминов и сокращений

Термин	Определение согласно ГОСТ Р 55056-2012	Пример
Электрический тяговый привод железнодорожного тягового подвижного состава	Составная часть железнодорожного тягового подвижного состава, служащая для создания вращающего момента и передачи его от тягового электрического двигателя с помощью тяговой передачи к колёсной паре	Колёсно-моторный блок (тяговый двигатель, редуктор и колёсная пара) тепловоза ТЭП70
<...>		
Условный телеграфный адрес	Расшифровка	
ДСП	Дежурный помощник начальника станции (дежурный по станции)	
<...>		
Сокращение	Термин	
КМБ	Колёсно-моторный блок	



При использовании грамматических конструкций надлежит учитывать следующие особенности научного стиля русского языка:

1. В современном научном стиле выделяют шесть подстилей: собственно научный, научно-популярный, учебно-научный, научно-деловой, научно-информативный и научно-справочный (Колесникова, 2002, с. 22). Для языка исследовательской части заключения эксперта, по мнению авторов, больше подходит не научный, а научно-популярный подстиль, так как он использует не узкоспециальную, а общеупотребительную терминологию. Этот подстиль допускает упрощение определений, применение описательных оборотов, сравнений и примеров.

2. Малоинформативные части сложных предложений следует опускать и – по возможности – использовать сокращения. Пример: выражение *“Имеющиеся данные показывают, что целый ряд параметров колёсно-моторного блока...”* можно упростить до вида *“По имеющимся данным, параметры КМБ...”*.

3. При формировании предложения надлежит придерживаться компоновки “тема-рема” т.е. *“то, о чём говорит автор – что об этом говорит автор”*. Пример: *“Система охлаждения дизеля (тема) состоит из нескольких элементов (рема)”*.

4. При формировании текста из абзацев надлежит придерживаться классического принципа: формулировка темы – разработка темы – итог. Пример: *“Охлаждающая жидкость участвует в теплоотводе от втулок цилиндров. Циркулируя в системе охлаждения, она предохраняет дизель от перегрева. Объём жидкости в системе – 295 л.”*

При оформлении результатов осмотра объекта экспертизы следует учитывать то, что этот текст должен быть “словесной фотографией”. Разумеется, к экспертному заключению прилагаются фотоматериалы, но они должны дополнять текст, а не заменять его и тем более не противоречить ему.

Опыт практической экспертной деятельности показал, что “второй принцип Стрекопытова” хорошо работает в случае вызова эксперта на допрос в суд – правда, при условии свободного владения эксперта языком графики. Для того, чтобы иллюстрировать какие-либо процессы (терминальная баллистика, взаимодействие вагона и железнодорожного пути, деформация материалов под нагрузкой), удобно использовать маркерную доску формата А1. На ней можно графически изображать процессы, которые описываются в заключении эксперта, а при ответе на вопросы суда или сторон – быстрым рисунком или схемой проиллюстрировать своё высказывание.

Отсутствие внимания к языку судебно-технических экспертиз и криминалистики может иметь серьезные юридические последствия из-за возможного недопонимания излагаемого экспертом участниками судебного процесса. Презентация экспертного заключения должна производиться в научно-популярном стиле без узкоспециализированных терминов, сложных формул и громоздких лингвистических конструкций. Рекомендуется использовать



визуальное сопровождение, язык математической логики, подробно объяснять физический смысл и размерность представляемых величин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зверев С. Э. Военная риторика Второй Мировой. СПб: Алетейя, 2014.
- Ивин А. А. По законам логики. М.: Молодая гвардия, 1983.
- Исаев А. В. К 90-летию со дня рождения В.В. Стрекопытова // Локомотив. 2020. №11. С. 45-48.
- Колесникова Н. И. От конспекта до диссертации: Учебное пособие по развитию навыков письменной речи. М.: Флинта. Наука, 2002.
- Короткина И. Б. Академическое письмо: процесс, продукт и практика. М.: Юрайт, 2019.
- Кузнецов В. О. Современные тенденции формирования и развития экспертных понятий как элемента языка судебной экспертологии: Дисс... канд. юр. наук. М: Университет дружбы народов. 2020.
- Россинская Е. Р. Криминалистика. М.: Норма. ИНФРА-М, 2018.
- Россинская Е. Р., Галяшина Е.И. Настольная книга судьи: судебная экспертиза. Москва: Проспект, 2018.
- Россинская Е. Р., Галяшина Е. И., Зинин А. М. Теория судебной экспертизы (судебная экспертология). 2-е изд., перераб. и доп. М.: Норма. ИНФРА-М, 2017.
- Судебная экспертиза: типичные ошибки / под ред. Е. Р. Россинской. Москва: Проспект, 2017.
- Benyounis H. M. A. The Language of Forensic Experts: A Commentary on the Sally Clark Case [1999-2002 // Arab Journal of Forensic Sciences & Forensic Medicine. 2019. № 9(1). С. 1286-1295. DOI: <https://doi.org/10.26735/16586794.2019.017>.
- Biedermann A., Champod C., Willis S. Development of European standards for evaluative reporting in forensic science // The International Journal of Evidence & Proof. 2017. № 1-2(21). P. 14-29. DOI: <https://doi.org/10.1177/1365712716674796>.
- de Keijser J., Elffers H. Understanding of forensic expert reports by judges, defense lawyers and forensic professionals // Psychology, Crime & Law. 2012. № 2(18). P. 191-207. DOI: <https://doi.org/10.1080/10683161003736744>.
- Howes L.M. Trends and issues in the communication of forensic science // Forensic Science International. 2019. № 304. 109967. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109967>
- Jackson G., Jones S., Booth G., Champod C., Evett I.W. The nature of forensic science opinion – a possible framework to guide thinking and practice in investigation and in court proceedings // Science & Justice. 2006. № 1(46). P. 33-44. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1355-0306\(06\)71565-9](https://doi.org/10.1016/S1355-0306(06)71565-9)
- Magni P.A., Pitts K. The need for Forensic Scientists to up-skill their Sci-Comm // Journal of Forensic and Legal Medicine. 2020. № 73. 101998. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2020.101998>
- Rusnac C., Odagiu I. Forensic language: the most common terminology errors // Legal Sciences. 2020. (12). P. 145-156. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.4320458>



- Stelly C., Roussev V. Nugget: A digital forensics language // Digital Investigation. 2018. № 24. P. S38-S47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diin.2018.01.006>
- Wachsmuth H., Stede M., Baff R. El, Al-Khatib K., Skeppstedt M., Stein B. Argumentation Synthesis following Rhetorical Strategies // Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics. Santa Fe: Association for Computational Linguistics, 2018. P. 3753-3765.
- Watson A. Speaking in Court: Developments in Court Advocacy from the Seventeenth to the Twenty-First Century. Cham: Springer, 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10395-8>

REFERENCES

- Benyounis, H. M. A. (2019). The Language of Forensic Experts: A Commentary on the Sally Clark Case 1999-2002. *Arab Journal of Forensic Sciences & Forensic Medicine*, 1(9), 1286-1295. <https://doi.org/10.26735/16586794.2019.017>
- Biedermann, A., Champod, C., & Willis, S. (2017). Development of European standards for evaluative reporting in forensic science. *The International Journal of Evidence & Proof*, 21(1-2), 14-29. <https://doi.org/10.1177/1365712716674796>
- de Keijser, J., & Elffers, H. (2012). Understanding of forensic expert reports by judges, defense lawyers and forensic professionals. *Psychology, Crime & Law*, 18(2), 191-207. <https://doi.org/10.1080/10683161003736744>
- Howes, L. M. (2019). Trends and issues in the communication of forensic science. *Forensic Science International*, 304, 109967. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109967>
- Ivin A.A. (1983). *Po zakonam logiki* [According to the laws of logic]. Molodaya gvardiya.
- Isaev, A.V. (2020). K 90-letiyu so dnya rozhdeniya V.V.Strekopytova [On the occasion of the 90th anniversary of the birth of V.V. Strekopytov]. *Lokomotiv*, 11, 45-48.
- Jackson, G., Jones, S., Booth, G., Champod, C., & Evett, I. W. (2006). The nature of forensic science opinion – a possible framework to guide thinking and practice in investigation and in court proceedings. *Science & Justice*, 46(1), 33-44. [https://doi.org/10.1016/S1355-0306\(06\)71565-9](https://doi.org/10.1016/S1355-0306(06)71565-9)
- Kolesnikova N. I. (2002). *Ot konspekta do dissertacii: Uchebnoe posobie po razvitiyu navykov pis'mennoj rechi* [From synopsis to dissertation: A textbook on the development of writing skills]. Flinta. Nauka
- Korotkina, I. B. (2019). *Akademicheskoe pis'mo: process, produkt i praktika* [Academic writing: process, product and practice]. YUrajt.
- Kuznetsov, V. O. (2020). *Sovremennye tendencii formirovaniya i razvitiya ekspertnyh ponyatij kak elementa yazyka sudebnoj ekspertologii* [Modern trends in the formation and development of expert concepts as an element of the language of forensic expertology] (Doctoral dissertation). Peoples' Friendship University of Russia.
- Magni, P. A., & Pitts, K. (2020). The need for Forensic Scientists to up-skill their Sci-Comm. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 73, 101998. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2020.101998>



- Rossinskaya, E. R. (Ed.) (2017). *Sudebnaya ekspertiza: tipichnyye oshibki* [Forensic Science: Common Mistakes]. Prospect.
- Rossinskaya, E. R. (2018). *Kriminalistika* [Criminalistics]. Norma. INFRA-M.
- Rossinskaya, E. R., & Galyashina E.I. (2018). *Nastol'naya kniga sud'i: sudebnaya ekspertiza* [Judge's Handbook: Forensic Science]. Prospekt.
- Rossinskaya, E. R., Galyashina, E. I., & Zinin, A. M. (2017). *Teoriya sudebnoj ekspertizy (sudebnaya ekspertologiya)* [Forensic Science Theory (Forensic Expertology)] (2nd ed.). Norma. INFRA-M.
- Rusnac, C., & Odagiu, I. (2020). Forensic language: the most common terminology errors. *Legal Sciences*, 12, 145-156. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4320458>
- Stelly, C., & Roussev, V. (2018). Nugget: A digital forensics language. *Digital Investigation*, 24, S38-S47. <https://doi.org/10.1016/j.diin.2018.01.006>
- Wachsmuth, H., Stede, M., Baff, R. El, Al-Khatib, K., Skeppstedt, M., & Stein, B. (2018). Argumentation Synthesis following Rhetorical Strategies. *Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics* (pp. 3753-3765). Association for Computational Linguistics. <https://www.aclweb.org/anthology/C18-1318.pdf>
- Watson, A. (2019). *Speaking in Court: Developments in Court Advocacy from the Seventeenth to the Twenty-First Century*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10395-8>
- Zverev, S. E. (2014). *Voennaya ritorika Vtoroj Mirovoj* [WWII military rhetoric]. Aletejya.



Special Topic: Forensic Examinations – Terms and Techniques

The Automated Expert Workplace as a Tool for Technological Support for Forensic Expert Activities

Igor Latyshov (✉) 

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU), St. Petersburg, Polytechnicheskaya, 29,
195251, Russia

latyshov@gmail.com

Abstract

The forensic institutions of the Russian Federation draw on the advanced achievements of science and technology to account for the state of modern crime, the methods of committing and concealing crimes. In order to achieve this efficiency at the present stage, issues of technological support of forensic expert activity are of particular relevance. Based on an analysis of the scientific knowledge-base, it is noted that for the successful solution of tasks through the effective use of innovative technical and forensic tools, the organization of forensic expert activity involves the introduction of automated workstations. However, when creating some of them, the developers focus exclusively on the technical side of the issue which reduces the possibility of including the complexities of solving expert problems. In this case, one is not dealing with an expert's workstation, but with a set of technical means aimed at performing individual operations in the technological chain of production of an expert study (calculation of parameters, storing information, printing out the text of the conclusion, etc.). An automated workstation should include not only a set of technological solutions for various forensic tasks and databases, but also programs that facilitate the creation of expert opinion required for court sessions, including a presentation of the processing sequence of the analyzed objects. In the development of the question, the characteristics are shown of the currently established expert automated workstations („POISK”, “Raster” etc.). An automated workstation of an expert and its educational modification are effective tools of modern expert technologies that allow solving problems in the production of forensic examinations, conducting forensic records, as well as training specialists at a fundamentally new level. Their use makes it possible to optimize the solution of practical and educational problems, which contributes to improving the quality of disclosure and investigation of crimes in general.

Keywords: Expert workstation; Forensic activity; Technology




This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Специальный выпуск: Технология Криминалистики и Судебной Экспертизы

Автоматизированное рабочее место эксперта как инструмент технологического обеспечения судебно-экспертной деятельности

Игорь Владимирович Латышов (✉) 

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), ул.
Политехническая, д. 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия

latyshov@gmail.com

Аннотация

Эффективность работы экспертно-криминалистических и судебно-экспертных учреждений Российской Федерации в числе прочих условий определяет использование передовых достижений науки и техники, учет состояния современной преступности, способов совершения и сокрытия преступлений. При этом, на современном этапе особую актуальность в достижении эффективности приобретают вопросы технологического обеспечения судебно-экспертной деятельности. Ход и результаты исследования. На основе анализа научных знаний судебной экспертизы отмечено, что успешное решение задач по эффективному использованию инновационных технико-криминалистических средств и методов экспертного исследования, организации судебно-экспертной деятельности обеспечивает внедрение автоматизированных рабочих мест эксперта (далее – АРМ эксперта, АРМ). Однако, при создании некоторых из них разработчики делают акцент исключительно на технической стороне вопроса, что снижает возможности использования комплексов в решении экспертных задач. В этом случае это не АРМ эксперта, а набор технических средств, направленных на выполнение отдельных операций в технологической цепочке производства экспертного исследования (расчет параметров, хранение информации, распечатка текста заключения и пр.). АРМ должно включать не только совокупность технологических решений разнообразных криминалистических задач и баз данных, но и программы, способствующие созданию требуемых для судебных заседаний экспертных заключений, включая презентацию последовательности обработки анализируемых объектов. В развитие вопроса раскрыты характеристики распространенных на практике АРМ эксперта – АБИС “ПОИСК”, системы ПАПИЛОН “Растр” и др. Предложена разработка модифицированной под задачи учебного процесса формы АРМ – автоматизированных учебных мест (далее – АУМ), определена его структура, характеристики информационных образовательных ресурсов. АРМ эксперта и АУМ являются эффективными инструментами современных экспертных технологий, позволяющими решать задачи по производству судебных экспертиз, ведению экспертно-криминалистических учетов, а также подготовки специалистов на принципиально новом уровне. Их использование позволяет оптимизировать решение практических и образовательных задач, что способствует повышению качества раскрытия и расследования преступлений в целом.

Ключевые слова: Автоматизированное рабочее место эксперта; Судебно-экспертная деятельность; Технология.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Автоматизированное рабочее место эксперта как инструмент технологического обеспечения судебно-экспертной деятельности

Эффективность работы судебно-экспертных учреждений, в числе прочих условий, определяет использование передовых достижений науки и техники, учет состояния современной преступности, способов совершения и сокрытия преступлений. Особую актуальность в этом имеют вопросы технологического обеспечения судебно-экспертной деятельности, включая широкое внедрение автоматизированных рабочих мест эксперта.

Становление и развитие судебно-экспертных учреждений России в разные годы характеризует разработка и совершенствование научных и методических основ судебных экспертиз, поиск модели организации деятельности подразделений, соответствующей стоящим на текущий период задачам по производству судебных экспертиз, участию в следственных действиях, ведению экспертно-криминалистических учетов. И если во второй половине XX века особую актуальность приобрели вопросы автоматизации и компьютеризации отдельных видов судебно-экспертной деятельности (Эджубов, 1977, с. 34-54; Эйсман, 1980, с. 43-58; Шляхов, 1984, с. 2-18; Толстухина, 1999), то сейчас речь идет о поиске эффективных форм использования инновационных технико-криминалистических средств и методов исследования, организации архитектуры рабочего пространства судебного эксперта при приоритетной роли информационных технологий.

Возможности успешного решения задач предоставляет такая форма организации и производства судебных экспертиз, ведения экспертно-криминалистических учетов как автоматизированное рабочее место эксперта – АРМ эксперта. Особое место в развитии криминалистики занимают новые цифровые средства анализа (Bouchaud et al., 2021; Nelson et al., 2014; Padilla, 2021; Ramadhani et al., 2020), существуют АРМ для работы с цифровыми материалами (Carrier, 2017; Chernyshev et al., 2017; Hassan, 2019; Lin, 2018). Наблюдается активное сближение цифровых и традиционных методик (Hildebrandt et al., 2011; Latzo, 2021).

Использование АРМ в работе судебного эксперта наглядно иллюстрирует реализацию на практике одного из основных принципов судебно-экспертной деятельности – всесторонности и полноты исследований, проводимых с использованием современных достижений науки и техники (ст. 4 ФЗ от 31.05.2001 № 73-ФЗ “О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации”).

Следует сказать, что тема АРМ эксперта не является новой. Причем, большинство научных исследований не рассматривают проблему комплексно, обращаясь лишь к отдельным вопросам использования современных технологий в решении экспертных задач в конкретных областях научной и практической деятельности (Хоменко, 2012, с. 190-194; Булгаков, 2014, с. 14; Жигалов, 2018, с. 11-14; Stevenson et al., 2020; p. 1005-1008; Van der Musselle, 2021). За скобками



исследований остается организация производства судебных экспертиз. Данная же сторона, по нашему мнению, является весьма важной в технологическом процессе судебно-экспертных исследований.

Возможно, не без влияния данного обстоятельства тема АРМ окончательного решения еще не нашла. По прежнему актуален вопрос – как эффективно использовать АРМ при производстве судебных экспертиз и исследований, ведении экспертно-криминалистических учетов.

Решение задачи, по нашему мнению, призваны обеспечить рассмотрение АРМ как инструмента организации рабочего пространства судебного эксперта, обоснование предметных АРМ эксперта, повышение их технологических и информационных ресурсов. Сходный подход высказан и другими авторами (Ревинский, 2017, с. 217-224).

Как показало время АРМ эксперта стали неперенным атрибутом современных экспертных лабораторий, выполняя функции технологических и информационных опорных площадок.

Однако, при создании ряда АРМ эксперта, некоторые разработчики делают акцент исключительно на технической стороне вопроса, что снижает возможности их использования в решении экспертных задач. Представляется, что в данных случаях мы имеем дело не с АРМ эксперта, а с набором технических средств, обеспечивающих выполнение отдельных операций в технологической цепочке производства экспертного исследования (расчет параметров, хранение информации, распечатка текста заключения и пр.).

Современные АРМ эксперта, в своем большинстве, это комплексы, объединяющие ресурсы криминалистической и компьютерной техники, программного обеспечения, информационных баз данных об объектах экспертных исследований либо объектах экспертно-криминалистических учетов.

АРМ эксперта является той формой организации производственной деятельности, в рамках которой технологический и информационный ресурс обеспечивают решение экспертных задач, оставляя в прошлом рутинные операции ручного поиска, описания, расчетов, проводимые судебным экспертом.

Следует сказать, что технологические и информационные возможности предметных АРМ эксперта определяются задачами, которые призваны решать данные аппаратно-технические комплексы – производство судебных экспертиз соответствующих видов либо ведение экспертно-криминалистических учетов конкретных объектов.

Отметим, что дополнительные ресурсы технологический потенциал АРМ предоставляют интегрированные в него криминалистическая техника и сервисные продукты, предусматривающие выполнение программ поиска объектов по заданным параметрам, работу с изображениями, подготовку текстов экспертных заключений и др.

Наибольшее распространение среди поисковых систем в настоящее время получили автоматизированные баллистические идентификационные системы (далее – АБИС) АБИС “Поиск”, АБИС “Арсенал”, АБИС “ТАИС”, автоматизированные дактилоскопические информационные системы (далее – АДИС) АДИС “ПАПИЛОН”, АДИС “СОНДА”.

Успешно прошли апробацию предметные АРМ эксперта ЗАО “ПАПИЛОН” (г. Миасс Челябинской области), ООО “СДЦ инжиниринг” (г. Санкт-Петербург) и др. При этом, большая часть техники и программных продуктов являются инновационными разработками, соответствующими всем необходимым техническим требованиям, а их стоимость в разы ниже, чем аналогичные зарубежные образцы.

Одним из примеров предметных АРМ эксперта является система ПАПИЛОН “Растр”, представляющая собой современную приборно-аналитическую базу для производства трасологических, баллистических, дактилоскопических и других видов судебных экспертиз.

ПАПИЛОН “Растр” обеспечивает:

- создание специализированных, защищенных баз данных для хранения изображений, документов, экспертных заключений в электронном виде;
- получение и ввод в базу данных изображений объектов исследований из различных источников;
- неразрушающие преобразования цифровых изображений в целях улучшения их зрительного восприятия и выявления трудно различимых деталей;
- исследования изображений, включая сравнительные исследования, с обязательным сохранением исходного изображения и истории его модификации, печать изображений (рис. 1-2);
- создание документов по результатам экспертизы с использованием исходных и обработанных изображений, печать экспертных заключений.

Решение подобных прикладных задач обеспечивает также АРМ эксперта – Фото-модуль “POISK”. Положительные результаты нами получены и при разработке программного обеспечения для распространенного на практике микроскопа сравнения криминалистического МСК-3-1 (производство АО “ЛОМО” г. Санкт-Петербург) (Латышов, 2020, с. 73-75).

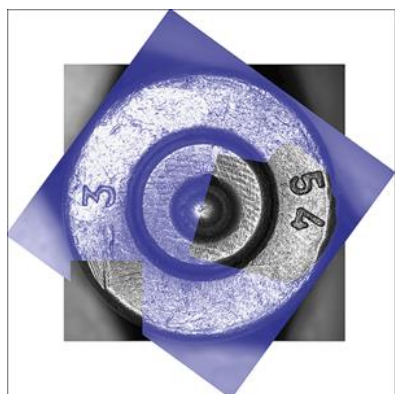


Рисунок 1. Совмещения изображений по сложной линии раздела, образованной маской прозрачности, заданной на первом изображении.



Рисунок 2. Применение функции Компаратор при совмещении годовых колец на спилах сравниваемых объектов.



Тема АРМ эксперта имеет свое развитие в вопросе подготовки специалистов (Nodeland & Belshaw, 2020; Parvez et al., 2017). В настоящее время внедрение АРМ в образовательный процесс вузов, осуществляющих подготовку судебных экспертов, вызывает необходимость изучения обучаемыми современных образцов криминалистической техники, программных продуктов, с которыми они будут иметь дело на практике по окончании вуза. В их число, безусловно, входят и АРМ эксперта.

Однако, ресурсы АРМ эксперта не могут в нужной мере обеспечить потребности учебного процесса по причине того, что они предназначены для решения практических экспертных задач, а дидактика и учебные задачи остаются вне его формата.

С целью решения проблемы нами предложено создание автоматизированных учебных мест эксперта-криминалиста – АУМ на инструментальной и программной базе АРМ эксперта, их построение по модульному принципу, позволяющему выстраивать разные варианты размещаемых на этой площадке учебных дисциплин (Латышов, 2016, с. 53-56).

В отличие от АРМ, возлагаемые на АУМ задачи, определяются, прежде всего, потребностями образовательного процесса. В их числе получение обучаемыми знаний по профилю специальности, контроль их качества знаний, приобретение навыков работы на криминалистической технике и оборудовании. В обеспечении этого может быть задействован широкий спектр информационных образовательных ресурсов. Кроме того, АУМ должно включать в себя технические и программные ресурсы АРМ эксперта, включая различные прикладные программы решения экспертных задач и др.

По результатам работ нами разработан и прошел апробацию на кафедре трасологии баллистики учебно-научного комплекса экспертно-криминалистической деятельности Волгоградской академии МВД России опытный образец АУМ эксперта-криминалиста. Он представляет собой аппаратно-программный комплекс, включающий технические средства (персональный компьютер, криминалистическая техника), их программное обеспечение и средства информационного образовательного ресурса.

Технические средства в структуре АУМ:

- персональный компьютер (ПК): системный блок, монитор, клавиатура, мышь принтер, сканер;
- криминалистическая техника (микроскопы, компараторы), осветительное оборудование, средства фото- и видео фиксации объектов, инструменты и устройства для производства измерений.

В основном окне АУМ размещены разделы по выделенным областям научных знаний и видам традиционной криминалистической экспертизы: “Баллистика”, “Трасология”, “Дактилоскопия”, “Исследование холодного и метательного оружия”, разделы видов информационных ресурсов, программных ресурсов, поисковое окно (рис. 3).

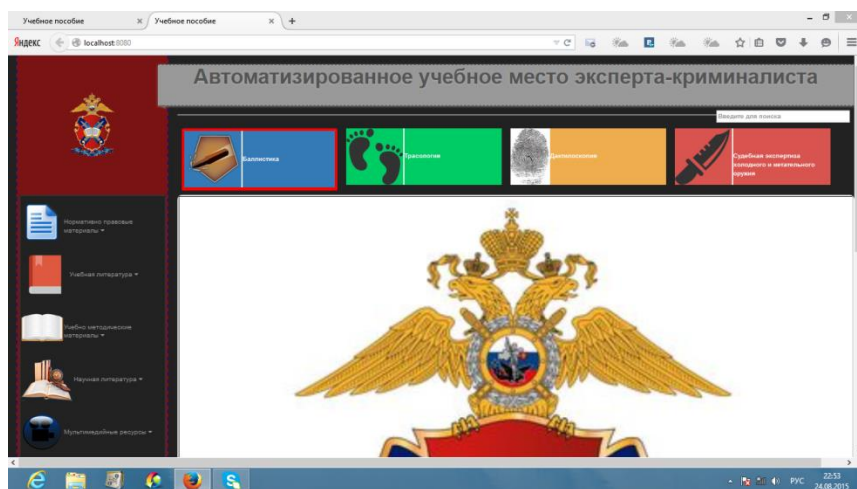


Рисунок 3. Основной экран меню АУМ

В раздел информационных образовательных ресурсов включены:

- нормативно-правовые материалы;
- учебная литература;
- учебно-методические материалы;
- научная литература;
- мультимедийные ресурсы;
- справочные материалы (рис. 4);
- интернет источники;
- материалы экспертной практики.

В этих разделах размещена текстовая информация и иллюстративный материал.

Программные ресурсы включают в себя:

- программы работы с изображениями;
- программы измерений;
- программы расчета параметров;
- программы подготовки заключения эксперта.

В АУМ предусмотрен автоматизированный поиск нужного материала по запросу.

В прикладном аспекте разделы АУМ системно отражают научные знания судебной баллистики, трасологии, дактилоскопии, судебно-экспертного исследования холодного и метательного оружия, сведения о методиках экспертных исследований, криминалистической технике и программном обеспечении, используемых для выявления свойств и признаков исследуемых объектов.



Рисунок 4. Раздел АУМ “Справочники”

Выводы. Результаты проведенного исследования позволяют говорить о том, что АРМ является эффективным инструментом современных экспертных технологий, позволяющим решать задачи по производству судебных экспертиз, ведению экспертно-криминалистического учета на принципиально новом качественном уровне. Концептуально АРМ эксперта – это аппаратно-программный комплекс, объединяющий возможности вводимых в него технических средств и программных продуктов, создающий необходимые условия для организации рабочего пространства судебного эксперта, систематизации и хранения криминалистически значимой информации об объектах исследования, использования инновационных приемов оформления заключений эксперта.

АРМ должно включать не только совокупность технологических решений разнообразных криминалистических задач и баз данных, требуемых для технического специалиста, но и программы, способствующие созданию требуемых для судебных заседаний документов, используя полученные экспертами данные и законодательно закрепленные формы. При этом АРМ позволяет сделать последовательность шагов в аналитической деятельности эксперта прозрачными и доступным для представления в суде.

Развитием темы АРМ является его образовательная модификация – АУМ, предназначенная для обеспечения подготовки специалистов. Соответственно данному подходу в структуру предложенного автором АУМ включены АРМ эксперта, информационные образовательные ресурсы и программное обеспечение по их использованию в учебном процессе.

Использование АРМ эксперта и АУМ в деятельности судебного эксперта и подготовке специалистов дает возможность оптимизировать решение практических и образовательных задач, а в конечном итоге – способствует повышению качества раскрытия и расследования преступлений в целом.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Булгаков В. Г. Возможности компьютерных технологий изготовления субъективных динамических портретов // Вестник Московского университета МВД России. 2014. № 2. С. 14.
- Жигалов Н. Ю. Облачные вычислительные технологии в судебно-экспертной деятельности // Российский следователь. 2018. № 4. С. 11-14.
- Латышов И. В. Возможности использования автоматизированных учебных мест при подготовке экспертов-криминалистов // Вестник Московского университета МВД России. 2016. № 5. С. 53-56.
- Латышов И. В. Актуальные вопросы разработки прикладных компьютерных программ для проведения сравнительных исследований в судебной экспертизе // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием, 18-23 ноября 2019 г. Гуманитарный институт. В 3 ч. Ч. 3. СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. С. 73-75.
- Ревинский В. В., Кузменков Д. Е., Лысянный Ю. Ю., Хох А. Н. Особенности программного обеспечения автоматизированного рабочего места "DendroExp" // Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы : сб. науч. тр. Минск : Право и экономика, 2017. Вып. 1/41. С. 217- 224.
- Толстухина Т. В. Современные тенденции развития судебной экспертизы на основе информационных технологий: дис. ... д-ра юрид. наук. М.: Академия управления МВД России, 1999. 320 с.
- Хоменко С. Е. Комплексное применение экспертных программ и измерительно-регистрирующих комплексов при расследовании ДТП // Теория и практика судебной экспертизы. 2012. № 4 (28). С. 190-194.
- Шляхов А. Р. Состояние и перспективы научных разработок автоматизированного решения задач и создания информационных систем в области судебной экспертизы // Проблемы информационного и математического обеспечения экспертных исследований в целях решения задач судебной экспертизы М.: ВНИИСЭ, 1984. С. 2 -18.
- Эджубов Л. Г. Некоторые проблемы применения математических методов и электронно-вычислительной техники в судебной экспертизе // Основы правовой кибернетики. М.: ВНИИСЭ, 1977. С. 34-54.
- Эйсман А. А. Информационное обеспечение и автоматизация судебной экспертизы: Сб. науч. тр. ВНИИСЭ. М.: ВНИИСЭ, 1980. Вып. 43. С. 43-58.
- Bouchaud F., Vantrois T., Grimaud G. Evidence Gathering in IoT Criminal Investigation // Digital Forensics and Cyber Crime. ICDF2C 2020. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 351. Cham: Springer, 2021. P. 44-61. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68734-2_3
- Carrier, B. The Sleuth Kit. 2017 [Электронный ресурс]. URL: www.sleuthkit.org (дата обращения: 11.12.2017).
- Chernyshev M., Zeadally S., Baig Z., Woodward A. Mobile Forensics: Advances, Challenges, and Research Opportunities // IEEE Security & Privacy. 2017. № 6(15). P. 42-51. DOI: <https://doi.org/10.1109/MSP.2017.4251107>



- Hassan N.A. Computer Forensics Lab Requirements // Digital Forensics Basics. Berkeley, CA: Apress, 2019. P. 69-91. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3838-7_3
- Hildebrandt M., Kiltz S., Grossmann I., Vielhauer C. Convergence of digital and traditional forensic disciplines // Proceedings of the thirteenth ACM multimedia workshop on Multimedia and security - MM&Sec '11. New York: ACM Press, 2011. P. 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1145/2037252.2037254>
- Latzo T. Efficient Fingerprint Matching for Forensic Event Reconstruction // Digital Forensics and Cyber Crime. ICDF2C 2020. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 351. Cham: Springer, 2021. P. 98-120. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-68734-2_6
- Lin X. Building a Forensics Workstation // Introductory Computer Forensics. Cham: Springer International Publishing, 2018. P. 53-89. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-00581-8_3
- Nelson B., Phillips A., Steuart C. Guide to Computer Forensics and Investigations. Boston: Cengage Learning, 2014.
- Nodeland B., Belshaw S. Establishing a criminal justice cyber lab to develop and enhance professional and educational opportunities // Security and Privacy. 2020. № 5(3). DOI: <https://doi.org/10.1002/spy2.123>
- Padilla E., Acosta J.C., Kiekintveld C.D. Cybersecurity Methodology for Specialized Behavior Analysis // Digital Forensics and Cyber Crime. ICDF2C 2020. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 351. Cham: Springer, 2021. P. 237-243. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68734-2_14
- Parvez M. M., Hossain S. A., Ali S. M. R. Design and implementation of low cost digital forensic laboratory for university // 2017 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET). Chennai, India: IEEE, 2017. P. 1524-1528.
- Ramadhani E., Wahyuni E. G., Pratama H. R. Design of expert system for tool selection in digital forensics investigation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. (852). 012137. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012137>
- Stevenson T., Carr D.J., Harrison K., Critchley R., Gibb I.E., Stapley S.A. Ballistic research techniques: visualizing gunshot wounding patterns // International Journal of Legal Medicine. 2020. № 3(134). P. 1103-1114. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02265-5>
- Van der Mussele T., Habibnia B., Gladyshev P. Remote Air-Gap Live Forensics // Digital Forensics and Cyber Crime. ICDF2C 2020. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 351. Cham: Springer, 2021. P. 182-203. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68734-2_10



REFERENCES

- Bouchaud, F., Vantrois, T., & Grimaud, G. (2021). Evidence Gathering in IoT Criminal Investigation. In S. Goel, P. Gladyshev, D. Johnson, M. Pourzandi, & S. Majumdar (Eds.), *Digital Forensics and Cyber Crime. ICDF2C 2020. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, vol 351 (pp. 44-61). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68734-2_3
- Bulgakov, V. G. (2014). Vozmozhnosti komp'yuternykh tekhnologiy izgotovleniya sub'yektivnykh dinamicheskikh portretov [Possibilities of computer technologies for the production of subjective dynamic portraits]. *Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*, 2, 14.
- Carrier, B. (2017). *The Sleuth Kit*. www.sleuthkit.org
- Chernyshev, M., Zeadally, S., Baig, Z., & Woodward, A. (2017). Mobile Forensics: Advances, Challenges, and Research Opportunities. *IEEE Security & Privacy*, 15(6), 42-51. <https://doi.org/10.1109/MSP.2017.4251107>
- Edzhubov L. G. (1977). Nekotoryye problemy primeneniya matematicheskikh metodov i elektronno-vychislitel'noy tekhniki v sudebnoy ekspertize. In *Osnovy pravovoy kibernetiki*. (pp. 34-54). VNIISE.
- Eysman A. A. (1980). Informatsionnoye obespecheniye i avtomatizatsiya sudebnoy ekspertizy. In *Scientific Research Institute of Forensic Expertise: Collection of scientific papers. Issue 43* (pp. 43-58). VNIISE.
- Hassan, N. A. (2019). Computer Forensics Lab Requirements. In *Digital Forensics Basics* (pp. 69-91). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3838-7_3
- Hildebrandt, M., Kiltz, S., Grossmann, I., & Vielhauer, C. (2011). Convergence of digital and traditional forensic disciplines. *Proceedings of the Thirteenth ACM Multimedia Workshop on Multimedia and Security – MM&Sec '11*, (pp. 1-8). ACM. <https://doi.org/10.1145/2037252.2037254>
- Khomenko, S. Ye. (2012). Kompleksnoye primeneniye ekspertnykh programm i izmeritel'no-registriruyushchikh kompleksov pri rassledovanii DTP [Complex application of expert programs and measuring and recording complexes in the investigation of road accidents]. *Teoriya i praktika sudebnoy ekspertizy*, 4(28), 190-194.
- Latyshov, I. V. (2016). Vozmozhnosti ispol'zovaniya avtomatizirovannykh uchebnykh mest pri podgotovke ekspertov-kriminalistov [Possibilities of using automated training places in the preparation of forensic experts]. *Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*, 5, 53-56.
- Latyshov, I.V. (2020). Topical issues of the development of applied computer programs for comparative research in forensic science. In *Nedelya nauki SPbPU: materialy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Part 3*. (pp. 73-75). POLYTECH-PRESS.
- Latzo, T. (2021). Efficient Fingerprint Matching for Forensic Event Reconstruction. In S. Goel, P. Gladyshev, D. Johnson, M. Pourzandi, & S. Majumdar (Eds.), *Digital Forensics and Cyber Crime. ICDF2C 2020. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, vol 351 (pp. 98-120). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68734-2_6



- Lin, X. (2018). Building a Forensics Workstation. In *Introductory Computer Forensics* (pp. 53-89). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00581-8_3
- Nelson, B., Phillips, A., & Steuart, C. (2014). *Guide to Computer Forensics and Investigations*. Cengage Learning.
- Nodeland, B., & Belshaw, S. (2020). Establishing a criminal justice cyber lab to develop and enhance professional and educational opportunities. *Security and Privacy*, 3(5). <https://doi.org/10.1002/spy2.123>
- Padilla, E., Acosta, J. C., & Kiekintveld, C. D. (2021). Cybersecurity Methodology for Specialized Behavior Analysis. In S. Goel, P. Gladyshev, D. Johnson, M. Pourzandi, & S. Majumdar (Eds.), *Digital Forensics and Cyber Crime. ICDF2C 2020. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, vol 351 (pp. 237-243). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68734-2_14
- Ramadhani, E., Wahyuni, E. G., & Pratama, H. R. (2020). Design of expert system for tool selection in digital forensics investigation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 852, 012137. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012137>
- Revinsky, V. V., Kuzmenkov, D. Ye., Lysianny, Yu. Yu., & Khokh, A. N. (2017). Features of the software for the automated workstation "DendroExp". In *Questions of criminology, criminalistics and forensic examination. Issue 1/41* (pp. 217-224). Law and Economics.
- Parvez, M. M., Hossain, S. A., & Ali, S. M. R. (2017). Design and implementation of low cost digital forensic laboratory for university. *2017 International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking (WiSPNET)*, 1524-1528. <https://doi.org/10.1109/WiSPNET.2017.8300016>
- Shlyakhov, A. R. (1984). Sostoyaniye i perspektivy nauchnykh razrabotok avtomatizirovannogo resheniya zadach i sozdaniya informatsionnykh sistem v oblasti sudebnoy ekspertizy [State and prospects of scientific developments of automated problem solving and creation of information systems in the field of forensic examination]. In *Problemy informatsionnogo i matematicheskogo obespecheniya ekspertnykh issledovaniy v tselyakh resheniya zadach sudebnoy ekspertizy* (pp. 2-18). VNIISE.
- Stevenson, T., Carr, D. J., Harrison, K., Critchley, R., Gibb, I. E., & Stapley, S. A. (2020). Ballistic research techniques: visualizing gunshot wounding patterns. *International Journal of Legal Medicine*, 134(3), 1103-1114. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02265-5>
- Tolstukhina, T. V. (1999). *Sovremennyye tendentsii razvitiya sudebnoy ekspertizy na osnove informatsionnykh tekhnologiy* [Modern trends in the development of forensic expertise based on information technologies] (Doctoral dissertation). Academy of Management of the Ministry of Internal Affairs of Russia.
- Van der Mussele, T., Habibnia, B., & Gladyshev, P. (2021). Remote Air-Gap Live Forensics. In S. Goel, P. Gladyshev, D. Johnson, M. Pourzandi, & S. Majumdar (Eds.), *Digital Forensics and Cyber Crime. ICDF2C 2020. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications*



Engineering, vol 351 (pp. 182-203). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68734-2_10

Zhigalov, N. Yu. (2018). Oblachnyye vychislitel'nyye tekhnologii v sudebno-ekspertnoy deyatelnosti [Cloud computing technologies in forensic expertise]. *Rossiyskiy sledovatel'*, 4, 11-14.



Special Topic: Forensic Examinations – Terms and Techniques

Portrait Expertise

Denis S. Khairusov (✉) 

Military Academy of Material and Technical Support named after General of the Army A.V. Khrulev of the Ministry of Defense of the Russian Federation, nab. Makarova, 8, St. Petersburg, 199034, Russia
denmvd71@mail.ru

Abstract

The digitalization of the urban environment, the introduction of digital technologies in almost all areas of the functioning of modern society forms a specific environment of digital reality. This includes the areas of transport and communications, banking, the energy system, housing and communal services, trade, health, education, and the active development of information and communication technologies, all of which characteristically involve personal identification. This identification often relies on various biometric technologies, which, in turn, increase the demand for law enforcement purposes of identification portrait expertise. In the article, the author briefly describes the history of improving the tools and methods of portrait examination. This leads into a discussion of the theory and practice of the development of identification portrait examination in the context of the global trend of integrating facial recognition technologies into the security systems of residential and commercial facilities, urban infrastructure, and the banking sector. By taking into account the urgency of the problem, this serves the objective to evaluate the practice of using portrait expertise in criminal proceedings and to identify the directions of its further development. Promising directions for the development of identification portrait expertise are formulated for the purposes of criminal proceedings especially regarding the formation and functioning of a specific digital reality environment. For the effective use of the portrait examination capabilities that are provided by modern information technologies, it is necessary to develop common global standards for personal identification parameters, and to actively accumulate identification information in databases.

Keywords: Portrait expertise; Habitoscopy; Identification; Special knowledge; Criminal procedure.




This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Специальный выпуск: Технология криминалистики и судебной экспертизы

Портретная экспертиза

Денис Сергеевич Хайрусов (✉) 

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва
Министерства обороны Российской Федерации, наб. Макарова, д. 8, Санкт-Петербург, 199034,
Россия

denmvd71@mail.ru

Аннотация

Цифровизация городской среды, внедрение цифровых технологий практически во все сферы функционирования современного общества – транспорт и связь, банковскую деятельность, энергетическую систему, жилищно-коммунальное хозяйство, торговлю, здравоохранение, образование, активное развитие информационно-коммуникационных технологий формирует специфическую среду цифровой реальности, в которой идентификация личности зачастую основывается на различных биометрических технологиях, что, в свою очередь, повышает востребованность идентификационной портретной экспертизы для целей правоохранительных органов. В статье автор кратко описывает историю совершенствования инструментария и методов портретной экспертизы, изучает проблемы теории и практики развития идентификационной портретной экспертизы в контексте общемировой тенденции интегрирования технологий распознавания лиц в системы безопасности жилых и коммерческих объектов, городской инфраструктуры, банковской сферы. Цель: учитывая актуальность проблемы, оценить практику применения портретной экспертизы в уголовном судопроизводстве и обозначить направления ее дальнейшего развития. Сформулированы перспективные направления развития идентификационной портретной экспертизы для целей уголовного судопроизводства в условиях формирования и функционирования специфической среды цифровой реальности. Автор полагает, что для эффективного применения предоставляемых современными информационными технологиями возможностей портретной экспертизы требуется выработка единых общемировых стандартов, параметров идентификации личности, активное накопление идентификационной информации в базах данных.

Ключевые слова: Портретная экспертиза; Габитоскопия; Идентификация; Специальные знания; Уголовный процесс



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Портретная экспертиза

Одним из обязательных условий привлечения лица к уголовной ответственности является установление его личности. Существующий метод установления личности по личным документам, которые содержат установочные данные человека, является наиболее распространённым. Установочные данные, подразделяющиеся на краткие и полные, представляют собой совокупность определённых биографических фактов, которые характеризуют личность. Краткие установочные данные включают в себя фамилию, имя, отчество, дату и место рождения, семейное положение и место жительства. В свою очередь полные установочные данные дополняют краткие другими биографическими подробностями, такими как сведения о близких и дальних родственниках, их должностное и материальное положение. Однако в распоряжении органов, осуществляющих предварительное расследование, не всегда бывают документы, удостоверяющие личность подозреваемого (обвиняемого), что затрудняет установить личность человека должным образом (Лебедева, 2016, с. 158).

На данный момент именно в сфере портретной экспертизы происходит разработка наиболее эффективных методов, направленных на применение данных о признаках внешности человека для точной идентификации его личности при раскрытии или расследовании преступлений.

Сегодня, посредством программно-аппаратных методов само лицо человека становится одним из способов идентификации личности с помощью техник распознавания (Быльева & Лобатюк, 2021). Международная организация гражданской авиации (ICAO) утвердила новый стандарт паспортов, куда рекомендуется включать изображение лица с высоким разрешением, помещаемое чип в дополнение к фотопортрету, что по мнению ряда авторов означает, переход от привычного сопоставления фотографии и человека к исследованию лица как измеряемого биометрического параметра (Hausken, 2020).

Установление личности преступника является важной частью процесса раскрытия преступления. Но не всегда в ходе предварительного расследования удаётся удостоверить личность подозреваемого по целому ряду причин. Во-первых, документы подозреваемого (обвиняемого) могут отсутствовать, как и сведения о нём в материалах уголовного дела или в информационных базах. Во-вторых, имеющиеся документы подозреваемого могут являться поддельными, либо сам подозреваемый может отказать озвучивать какие-либо сведения о себе. Подобные ситуации значительно усложняют следствие.

Портретная экспертиза направлена на установление личности виновного, скрывающегося от следствия и суда или сбежавшего из мест лишения свободы путём его идентификации по внешности, впрочем, подобная экспертиза может быть направлена и на поиск пропавших без вести.

Основы портретной экспертизы были сформированы в 60-70-е годы XX века. Объектами экспертизы являлись фотоснимки с отобразившимися на них элементами внешности лица, к которым применялся один из способов идентификации личности – проективная геометрия (Зинин, 2013, с. 7). В соответствии с проективной геометрией снимок лица человека рассматривался как центральная проекция системы пространственных точек на плоскость, которая



была получена при различных углах фотографирования. Обработка фотоснимков осуществлялась в основном ручным способом. Предлагавшиеся в то время методы оценки признаков внешности человека были всё ещё несовершенны и требовали изменений.

Развитие средств и способов фотографирования позволило ввести в практику деятельности правоохранительных органов так называемую “цифровую фотографию”. Особым преимуществом цифрового фотографирования является облегчение процесса получения изображения, не требующего большого объема подготовительных работ. Кроме того, большинство современных средств фотосъёмки и печати позволяют получить качественные изображения с хорошей передачей объектов, цвета и полутонов. Ещё одним немаловажным преимуществом цифрового изображения является то, что оно может храниться длительное время без потери своих качеств в отличие от фото сделанного на плёнку.

На данный момент идентификация личности по фотографиям может происходить в нескольких формах: сопоставление, совмещение и наложение изображений, представленных на экспертизу.

При сопоставлении в наличии у эксперта имеется несколько фотоснимков, которые требуют исследования. Эксперт сравнивает изображения и выделяет совпадающие или отличающиеся признаки. При этом, в частности, может использоваться координатная сетка. Совмещение представляет собой сложение частей снимков для изучения перехода линий. Обычно совмещаются одноракурсные изображения, разделенные вертикально по сегитально-медиальной линии лица. При наложении изображения совмещаются по одноименным анатомо-топографическим точкам.

В целом же методы, используемые в габитоскопии, можно классифицировать на криминалистические методы (выявление и фиксация информации о внешнем облике человека), на диагностические методы (установления свойств и взаимосвязи исследуемых объектов как источников информации о внешнем облике) и на идентификационные методы (определения тождества источников информации о внешнем облике человека на различных носителях).

Отдельно необходимо отметить такую задачу, как установление личности неопознанного трупа, осуществляемое чаще всего с помощью черепно-лицевое наложения, применяемого с 1935 года (Damas et al., 2020). С 1970-х годов происходит переход от фото к видеотехнологиям. Так для идентификации одной из жертв катастрофы использовались две видеокамеры, видеомикшер, телевизионный монитор, видеоманитофона и компьютерная программа для захвата изображений (Fenton et al., 2008). Дальнейшее развитие метода шло в сторону развития применения компьютерных программ, сначала обычных графических редакторов. В дальнейшем были разработаны используемые компьютерные средства, которые усложнялись, использовались 3D изображения (Damas et al., 2011), а в дальнейшем и искусственный интеллект (Ghosh & Sinha, 2005).

Совокупность методов изучения информации о внешнем облике человека применяется на различных этапах расследования преступлений и может являться составной частью методики при решении идентификационных задач.



В настоящее время в связи с развитием цифровых технологий объектами портретных экспертиз всё чаще становятся изображения, полученные с помощью видеозаписывающей и видеовоспроизводящей аппаратуры (Ильин, 2013, с. 243). Это может быть связано с широким распространением и доступностью видеозаписывающих устройств, основными преимуществами которых являются малые габариты и вместе с тем высокие технические параметры. Подобного вида устройства можно встретить в качестве камер наружного наблюдения, автомобильных видеорегистраторов, камер сотовых телефонов и планшетов, WEB-камер, расположенных на улицах городов. В качестве примера можно привести то, что средства видеорегистрации часто фиксируют лиц, совершающих преступления. Однако несмотря на все достоинства подобных устройств, как показывает статистика следственных органов, в подавляющем большинстве случаев видеозаписи оказываются бесполезными для следствия из-за невозможности идентификации по ним преступника (Попов, 2015, с. 157). Кроме того, видеозапись “подлежит оценке с точки зрения относимости, допустимости, достоверности” для того, чтобы считаться полноценным доказательством (Уголовно-процессуальный кодекс, 2001).

Есть несколько объяснений подобной ситуации:

1. Использование видеокамер с небольшой разрешающей способностью, что приводит к появлению низкокачественного видеоматериала;
2. Портретная экспертиза ориентирована на фотоснимки с хорошо отобразившимися на них элементами лица, в меньшей степени на видеоизображения;
3. Слабая готовность экспертно-криминалистических подразделений к производству портретных экспертиз по видеоизображениям из-за следующих причин:
 - видеозаписи низкого качества (причиной может быть, как завышенный ракурс съемки камеры, так и оптическое искажение объектива);
 - для просмотра и качественного исследования видеозаписей часто требуется специальная аппаратура и знания по ее эксплуатации, которыми эксперт может не обладать;
 - возникновение процессуальных сложностей в оценке источника доказательств.

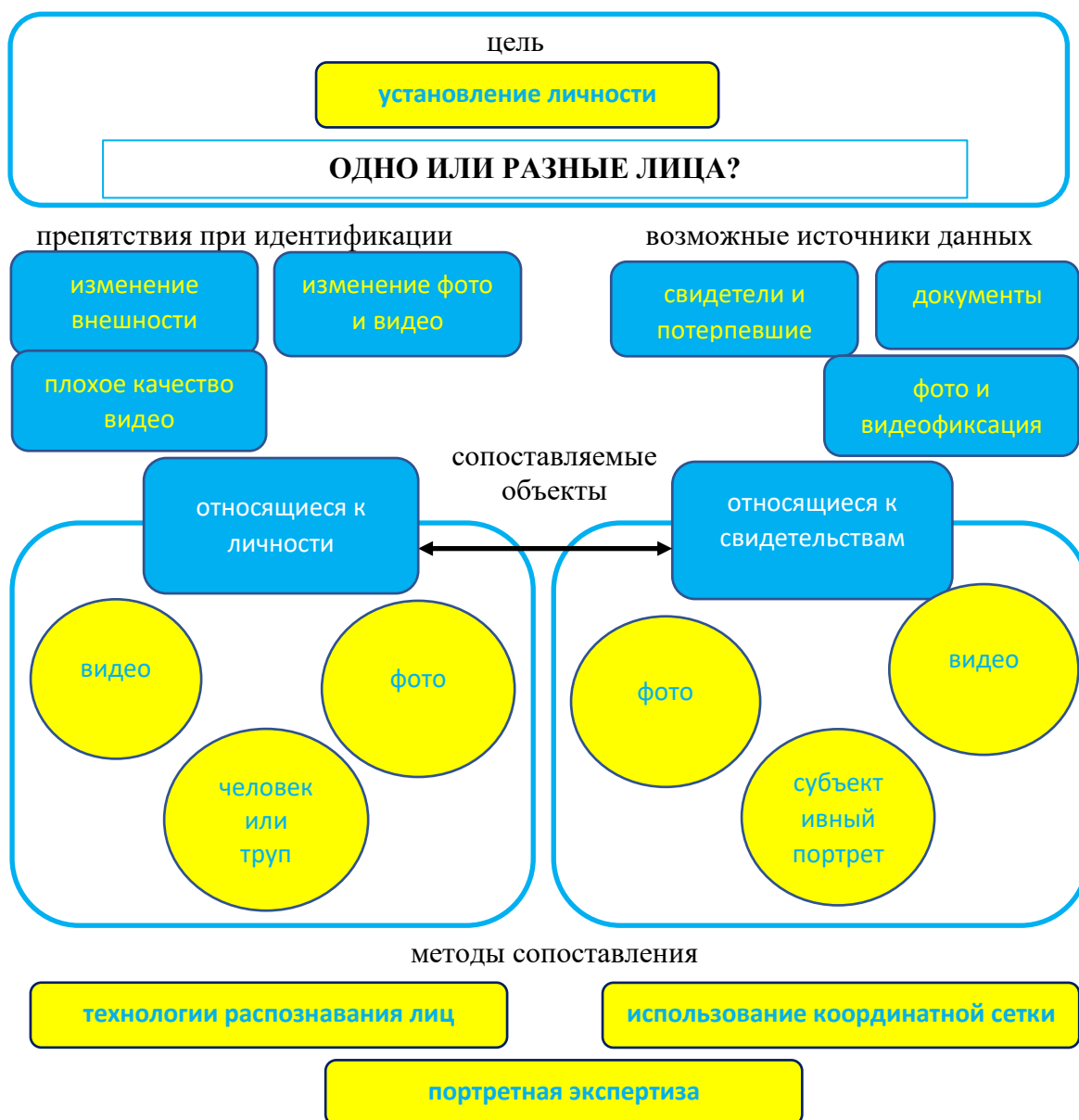
На данный момент в сфере портретной экспертизы существуют проблемы, которые определённым образом усложняют проведение комплексного и всестороннего изучения видеоматериалов с последующей идентификацией подозреваемого. Чаще всего сложности возникают на подготовительном и сравнительном этапах (стадиях).

На подготовительной стадии возникают проблемы с подготовкой видеоматериалов к проведению портретной экспертизы, в частности это касается тех случаев, когда отсутствует возможность предоставить эксперту видеоизображение высокого качества. Хотя на данный момент разрабатываются технологии, основанные на глубоком обучении, способные не только улучшить качество видео с точки зрения идентификации лиц и объектов (Lavi et al., 2020; Xiao et al., 2019). Кроме того существуют сложности установления наличия или отсутствия монтажа (Amerini et al., 2020). Особенно затруднительно оказывается



сопоставление в случае использования “морфинга”, когда в фотографии сохраняется сходство изначального владельца документа и использующего его мошенника (Robertson, 2020). Ещё одной из причин возникновения сложностей при проведении данного рода экспертизы является отсутствие чётких критериев, по которым то или иное видеоизображение может быть признано пригодным для идентификации человека по признакам внешнего облика.

Что касается сравнительного исследования на данном этапе может быть проблематичным проведение раздельного и сравнительного исследования лиц, запечатленных на видеоизображении с различным ракурсом (Ильин, 2013, с. 246). Несмотря на совершенствование технологий распознавания лиц, она далеко не всегда оказывается эффективна в случае с идентификацией подозреваемых, стремящихся не допустить своей фотофиксации. В ряде случаев возможно использование технологии создания изображения, “субъективного портрета” (фоторобот, рисованный портрет, идентификационный комплект рисунков и т.п.), основанный на воспоминании потерпевшего или очевидца. В этом случае подчас оказывается невозможным прямое сопоставление с фотографией из-за большей доли абстракции в рисунке. Однако в этом случае возможно применение технологии кросс-модального распознавания лиц (Xu et al., 2021). Комбинированные техники создания портретов из отдельных элементов, использовались начиная с 1970-х гг. по всему миру (Horper, 1973; Lawrence, 2020) нашли продолжение в технологии многократного выбора из массива целостных лиц (Frowd et al., 2005, 2014). Сегодня используется система автоматической генерации лиц на основании последовательного выбора свидетелями образов с наибольшим сходством (Zahradnikova et al., 2018). При этом больше шансов опознания при создании “портрета” совместными усилиями свидетелей (Valentine et al., 2010) и при небольшом времени (до 3,5 часов) с момента контакта с изображаемым (Frowd et al., 2015).





Как показывает практика, для решения задач портретной экспертизы наиболее эффективным является, во-первых, сочетание описательных (включающих субъективную оценку экспертом комплекса значимых идентификационных признаков) и количественных (математических алгоритмов) методов решения идентификационных задач с применением современного специализированного программно-аппаратного инструментария, благодаря чему вывод по экспертизе становится более объективным, а значит и достоверным, а работа по составлению заключения портретной экспертизы выполняется в более сжатые сроки.

Существующее на российском рынке программное обеспечение портретной экспертизы, которое может быть использовано для целей уголовного судопроизводства с учётом требования МВД России о максимально полном переходе на российские программные продукты, представлено, в частности, таким программным инструментарием как:

– “ВОКОРД Видеоэксперт”, разработанное российской компанией Вокорд в 2016 году, отдельный модуль которого ориентирован на потребности портретной экспертизы, а его функционал включает оперирование 3D-технологиями (данный продукт в 2017 году был закуплен Министерством юстиции РФ, а также ЭКЦ МВД РФ в Татарстане и Хабаровском крае);

– “VisoSoft”, разработанное российским ООО “Барс Интернешнл” и в 2019 году прошедшее апробацию, рекомендованное к использованию в деятельности экспертно-криминалистических подразделений территориальных органов МВД России и включенное в реестр российского программного обеспечения Минсвязи. В данном ПО реализована возможность использования девяти методов портретной экспертизы (сопоставление одноимённых признаков внешности; совмещения (по осям X и Y, по произвольной ломаной линии); наложения; аппликации; сопоставления относительных величин; проверки на биологическую симметрию; маскирования, в т.ч. по маске произвольной формы; сравнение при помощи координатной сетки; относительных величин; вероятностно-статистический).

Во-вторых, прослеживается тенденция к проведению комплексных экспертиз в силу объективной взаимосвязи портретной экспертизы с видеотехнической (для установления наличия/отсутствия признаков монтажа видеозаписи, посредством которой будут изготавливаться видеокadres для портретной экспертизы, а также для определения на ней локализации и степени изменения элементов внешности) и компьютерно-технической (для исследования технических особенностей использования программных средств, посредством которых осуществлялась фиксация цифрового изображения внешнего облика человека, а также установление факта, объема и вида его преобразования).

На основании вышеизложенного можно предложить следующие пути решения проблем портретной экспертизы:

1. Разработка регламентов применения методов и технических средств;
2. Развитие комплексных подходов в идентификации личности;
3. Усовершенствование программ, проводящих оценку идентификационной значимости выявленных признаков;



4. Проведение комплексной экспертизы, в рамках которой участвуют как эксперты в области цифровой фото- и видеосъемки, так и эксперты, владеющие методологией портретной идентификации;

5. Разработка методических рекомендаций для проведения судебно-портретной экспертизы по видеоизображениям с учетом особенностей на каждой стадии экспертного исследования.

Ситуация, когда отсутствует возможность установить личность преступника должным образом, приводит к появлению сомнений насчёт соответствия преступника данным о личности лица, подлежащего привлечению к уголовной ответственности за виновное деяние. Подобное состояние обвинительного заключения (акта) исключает возможность постановления судом приговора или вынесения иного решения, что значительно усложняет уголовный процесс. Помимо этого, происходит увеличение числа способов фиксации внешности человека, массовое применение видео- и фотоаппаратуры, использование преступниками методов сокрытия и изменения своих признаков внешности (Ефременко, 2013, с. 207). Подобное положение дел ставит перед судебными экспертами новые задачи по разработке научных основ современной методики идентификации и диагностики человека по изображениям его частей тела с различных ракурсов.

Как нам представляется, перспективными направлениями развития портретной экспертизы для целей уголовного судопроизводства в условиях формирования и функционирования специфической среды цифровой реальности являются:

1. Разработка методик и специализированного программного обеспечения, направленных на идентификацию человека по характерным особенностям динамических признаков внешности (походке, мимике, жестам и т.п.). Отметим, что в 2013 году по инициативе МВД на базе Волгоградского государственного университета начата разработка аппаратно-программного комплекса, способного идентифицировать человека по характерным особенностям походки (Попов, 2015, с. 160).

2. Разработка методик и специализированного программного обеспечения, направленных на проведение портретной идентификации человека по отдельным участкам его тела (кистям рук, ушам, стопам, туловищу и т.п.). Полагаем, что несмотря на тот факт, что все методы портретной экспертизы первоначально разрабатывались для сравнения лица человека, в современных условиях, возможности портретной экспертизы целесообразно расширять.

3. Учитывая, что следователь как инициатор портретной экспертизы должен предоставить для исследования качественное фото или видеоизображение, с учетом освещения и расстояния, при которых отображение элементов внешности наиболее информативно, и выявленными в ходе анализа практики производства портретных экспертиз проблем инструментального характера, связанных с формированием объектов данной экспертизы, целесообразно рекомендовать следователю не проводить указанное действие самостоятельно, а привлекать соответствующего специалиста с надлежащим оборудованием.



4. Разработка методик и специализированного программного обеспечения, направленных на проведение комплексных портретно-видеотехнических и компьютерно-технических экспертиз.

5. Разработка методик и специализированного программного обеспечения, направленных на проведение портретных экспертиз посредством использования методов голограмм.

6. Следует признать, что зачастую низкое качество цифрового изображения, представленного на экспертное исследование делает проведение экспертизы не возможным. Исходя из этого, видится высокая потребность в разработке методик и специализированного программного обеспечения, позволяющего работать с видеоизображением любого качества.

7. При разработке методик и специализированного программного обеспечения портретных экспертиз следует учитывать, что современные системы распознавания лиц, применяемых в банковской сфере, в системах безопасности гражданских и иных объектов (аэропорты, стадионы и пр.) используют не алгоритмы лицевых точек, а более современные алгоритмы, основанные на нейронных сетях.

Подводя итог, можно сказать, что существующая методология и инструментарий портретной экспертизы в настоящее время активно развиваются и требует комплексного и многоаспектного совершенствования. Для эффективного применения предоставляемых современными информационными технологиями возможностей портретной экспертизы требуется выработка единых общемировых стандартов параметров идентификации личности, что позволит более плодотворно сотрудничать на международном уровне в направлении борьбы с организованной, транснациональной преступностью, а также противодействовать терроризму и экстремизму. Кроме того, возможности портретной экспертизы в российском правовом поле расширяются при формировании единой федеральной базы биометрических учетов, при условии активного накопления в ней идентификационной информации (походке, жестах, изображениям лиц, татуировок и пр.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ // СЗ РФ. 2001. № 52 (ч. 1). Ст. 4921.
- Быльева Д.С., Лобатюк В.В. Лицо как технологический объект // Гуманитарные и социальные науки. 2021. № 2. С. 2-11. <https://doi.org/10.18522/2070-1403-2021-85-2-2-11>
- Ефременко А. А. Цифровое изображение как объект судебно-портретной экспертизы // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2013. № 4-2. С. 200-208.
- Зинин А. М. Проблемные вопросы методического обеспечения судебно-портретной экспертизы // Вестник Московского университета МВД России. 2013. № 4. С. 7.
- Ильин Н. Н. Проблемные вопросы, связанные с производством портретных экспертиз по видеоизображениям // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2013. № 4-2. С. 243-247.



- Лебедева А. А. Если личность подозреваемого/обвиняемого в уголовном процессе установлена не надлежащим образом // Вестник Московского университета МВД России. 2016. № 5. С. 157-160.
- Попов В.Л. Особенности производства портретных экспертиз по низкокачественным видеоизображениям // Юридическая наука и правоохранительная практика. 2015. № 4. С. 156-162.
- Amerini I., Li C.-T., Memon N., Huang J. IEEE Access Special Section: Digital Forensics Through Multimedia Source Inference // IEEE Access. 2020. (8). P. 209657-209659. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3036772>
- Damas S., Cordon O., Ibanez O. Importance of Craniofacial Superimposition in Forensic Identification: Historical Perspective // Handbook on Craniofacial Superimposition. Cham: Springer International Publishing, 2020. P. 5-9. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11137-7_2
- Damas S., Cordon O., Ibanez O., Santamaria J., Aleman I., Botella M., Navarro F. Forensic identification by computer-aided craniofacial superimposition // ACM Computing Surveys. 2011. № 4(43). P. 1-27. <https://doi.org/10.1145/1978802.1978806>
- Fenton T. W., Heard A. N., Sauer N. J. Skull-Photo Superimposition and Border Deaths: Identification Through Exclusion and the Failure to Exclude // Journal of Forensic Sciences. 2008. № 1(53). P. 34-40. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2007.00624.x>
- Frowd C. D., Carson D., Ness H., McQuiston-Surrett D., Richardson J., Baldwin H., Hancock P. Contemporary composite techniques: The impact of a forensically-relevant target delay // Legal and Criminological Psychology. 2005. № 1(10). P. 63-81. <https://doi.org/10.1348/135532504X15358>
- Frowd C. D., Erickson W. B., Lampinen J. M., Skelton F. C., McIntyre A. H., Hancock P.J.B. A decade of evolving composites: regression- and meta-analysis // Journal of Forensic Practice. 2015. № 4(17). P. 319-334. <https://doi.org/10.1108/JFP-08-2014-0025>
- Frowd C. D., Jones S., Fodarella C., Skelton F., Fields S., Williams A., Marsh J. E., Thorley R., Nelson L., Greenwood L., Date L., Kearley K., McIntyre A.H., Hancock P. J. B. Configural and featural information in facial-composite images // Science & Justice. 2014. № 3(54). P. 215-227. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2013.11.001>
- Ghosh A. K., Sinha P. An unusual case of cranial image recognition // Forensic Science International. 2005. № 2-3(148). P. 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.04.070>
- Hausken, L. Photographic Passport Biometry // Public. 2020. № 30(60). P. 50-59. https://doi.org/10.1386/public_00005_7
- Hopper W. R. Photo-FIT – The Penry Facial Identification Technique // Journal of the Forensic Science Society. 1973. № 2(13). P. 77-82. [https://doi.org/10.1016/S0015-7368\(73\)70772-6](https://doi.org/10.1016/S0015-7368(73)70772-6)
- Lawrence P. Policing, 'Science', and the Curious Case of Photo-Fit // The Historical Journal. 2020. № 4(63). P. 1007-1031. <https://doi.org/10.1017/S0018246X19000530>
- Robertson D. J. Morphed passport photo detection by human observers // International Conference on Biometrics for Borders. Warsaw: Frontex, 2020. P. 94.



- Lavi B., Ullah I., Fatan M., Rocha A. Survey on Reliable Deep Learning-Based Person Re-Identification Models: Are We There Yet? URL: <http://arxiv.org/abs/2005.0035> (Accessed 4.02.2021)
- Lawrence P. Policing, 'Science', and the Curious Case of Photo-Fit // *The Historical Journal*. 2020. № 4(63). P. 1007-1031. <https://doi.org/10.1037/a0018801>
- Xiao J., Li S., Xu Q. Video-Based Evidence Analysis and Extraction in Digital Forensic Investigation // *IEEE Access*. 2019. (7). P. 55432-55442. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2913648>
- Xu J., Xue X., Wu Y., Mao X. Matching a composite sketch to a photographed face using fused HOG and deep feature models // *The Visual Computer*. 2021. № 4(37). P. 765-776. <https://doi.org/10.1007/s00371-020-01976-5>
- Zahradnikova B., Duchovicova S., Schreiber P. Facial composite systems: review // *Artificial Intelligence Review*. 2018. № 1(49). P. 131-152. <https://doi.org/10.1007/s10462-016-9519-1>

REFERENCES

- Amerini, I., Li, C.-T., Memon, N., & Huang, J. (2020). IEEE Access Special Section: Digital Forensics Through Multimedia Source Inference. *IEEE Access*, 8, 209657-209659. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3036772>
- Bylieva, D.S., & Lobatyuk, V.V. (2021). The face as a technological object. *Humanities and Social Sciences*, 2, 2-11. <https://doi.org/10.18522/2070-1403-2021-85-2-2-11>
- Criminal Procedure Code of the Russian Federation (2001). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34481/
- Damas, S., Cordon, O., & Ibanez, O. (2020). Importance of Craniofacial Superimposition in Forensic Identification: Historical Perspective. In *Handbook on Craniofacial Superimposition* (pp. 5-9). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11137-7_2
- Damas, S., Cordon, O., Ibanez, O., Santamaria, J., Aleman, I., Botella, M., & Navarro, F. (2011). Forensic identification by computer-aided craniofacial superimposition. *ACM Computing Surveys*, 43(4), 1-27. <https://doi.org/10.1145/1978802.1978806>
- Efremenko, A. A. (2013). Tsifrovoye izobrazheniye kak ob'yekt sudebno-portretnoy ekspertizy [Digital image as an object of forensic portrait examination]. *Bulletin of the Tula State University. Economic and legal sciences*, 4(2), 200-208.
- Fenton, T. W., Heard, A. N., & Sauer, N. J. (2008). Skull-Photo Superimposition and Border Deaths: Identification Through Exclusion and the Failure to Exclude. *Journal of Forensic Sciences*, 53(1), 34-40. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2007.00624.x>
- Frowd, C. D., Carson, D., Ness, H., McQuiston-Surrett, D., Richardson, J., Baldwin, H., & Hancock, P. (2005). Contemporary composite techniques: The impact of a forensically-relevant target delay. *Legal and Criminological Psychology*, 10(1), 63-81. <https://doi.org/10.1348/135532504X15358>
- Frowd, C. D., Erickson, W. B., Lampinen, J. M., Skelton, F. C., McIntyre, A. H., & Hancock, P. J. B. (2015). A decade of evolving composites: regression- and meta-analysis. *Journal of Forensic Practice*, 17(4), 319-334. <https://doi.org/10.1108/JFP-08-2014-0025>



- Frowd, C. D., Jones, S., Fodarella, C., Skelton, F., Fields, S., Williams, A., Marsh, J. E., Thorley, R., Nelson, L., Greenwood, L., Date, L., Kearley, K., McIntyre, A. H., & Hancock, P. J. B. (2014). Configural and featural information in facial-composite images. *Science & Justice*, 54(3), 215-227. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2013.11.001>
- Ghosh, A. K., & Sinha, P. (2005). An unusual case of cranial image recognition. *Forensic Science International*, 148(2-3), 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.04.070>
- Hausken, L. (2020). Photographic Passport Biometry. *Public*, 30(60), 50-59. https://doi.org/10.1386/public_00005_7
- Hopper, W. R. (1973). Photo-FIT – The Penry Facial Identification Technique. *Journal of the Forensic Science Society*, 13(2), 77-82. [https://doi.org/10.1016/S0015-7368\(73\)70772-6](https://doi.org/10.1016/S0015-7368(73)70772-6)
- Ilyin, N. N. (2013). Problemnyye voprosy, svyazannyye s proizvodstvom portretnykh ekspertiz po videoizobrazheniyam [Problematic issues related to the production of portrait examinations on video images]. *Izvestia of the Tula State University. Economic and legal sciences*, 4(2), 243-247.
- Lavi, B., Ullah, I., Fatan, M., & Rocha, A. (2020). Survey on Reliable Deep Learning-Based Person Re-Identification Models: Are We There Yet? <https://arxiv.org/abs/2005.00355>
- Lawrence, P. (2020). Policing, 'Science', and the Curious Case of Photo-Fit. *The Historical Journal*, 63(4), 1007-1031. <https://doi.org/10.1017/S0018246X19000530>
- Lebedeva, A. A. (2016). Yesli lichnost' podozrevayemogo/obvinyayemogo v ugovnom protsesse ustanovlena ne nadlezhashchim obrazom [If the identity of the suspect / accused in the criminal process is not properly established]. *Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*, 5, 157-160.
- Popov, V. L. (2015). Osobennosti proizvodstva portretnykh ekspertiz po nizkokachestvennym videoizobrazheniyam [Features of the production of portrait examinations on low-quality video images]. *Legal Science and Law Enforcement Practice*, 4, 156-162.
- Robertson, D. J. (2020). Morphed passport photo detection by human observers. In *International Conference on Biometrics for Borders* (pp. 94). Frontex.
- Valentine, T., Davis, J. P., Thorner, K., Solomon, C., & Gibson, S. (2010). Evolving and combining facial composites: Between-witness and within-witness morphs compared. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 16(1), 72-86. <https://doi.org/10.1037/a0018801>
- Xiao, J., Li, S., & Xu, Q. (2019). Video-Based Evidence Analysis and Extraction in Digital Forensic Investigation. *IEEE Access*, 7, 55432-55442. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2913648>
- Xu, J., Xue, X., Wu, Y., & Mao, X. (2021). Matching a composite sketch to a photographed face using fused HOG and deep feature models. *The Visual Computer*, 37(4), 765-776. <https://doi.org/10.1007/s00371-020-01976-5>
- Zahradnikova, B., Duchovicova, S., & Schreiber, P. (2018). Facial composite systems: review. *Artificial Intelligence Review*, 49(1), 131-152. <https://doi.org/10.1007/s10462-016-9519-1>



Zinin, A. M. (2013). Problemnyye voprosy metodicheskogo obespecheniya sudebno-portretnoy ekspertizy [Problematic issues of methodological support of forensic portrait examination]. *Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*, 4, 7.



Special Topic: Forensic Examinations – Terms and Techniques

Digital Photography of Crime Scenes in the Production in Forensic Examinations

Tatiana Telyatitskaya (✉) 

Belarus State Economic University, Minsk, 26 Partizansky Av., 220070, Belarus

tvt@tut.by

Abstract

Digital photography, being a fairly new means of documenting crime scenes, is firmly included in forensic activity as an important way of collecting and securing evidence, as a necessary function of any crime scene investigation. Forensic photography in general, and digital photography in particular, is a special sign system that allows to describe the scene of the crime more accessible and objectively than verbal ways of expressing information. It provides additional information for specialists who make an objective perception of the situation, or objects, the description of which is difficult lends itself to presentation in connection with a significant number or complexity of perception. Photography also gives an opportunity to re-conduct the investigation of the crime scene. The use of digital photography allows to fix traces and visually represent the situation when a crime was committed in court. Features of the image of the crime scene, technologies of visualization of hidden evidence, provide digital photography an important place in the investigation of the crime scene. Achievements in image editing, the latest software, lighting features when taking photographs help to thoroughly study the details of the crime. The language of digital photography "tells" the story of the crime, which experts and investigators must decipher and describe. Technological solutions make it possible to "read" something invisible to the eye, for example, marking substances right on the scene or by using special lighting and filters, and also inaccessible without the help of endoscopes, drones and other devices. At the same time, photography is a complex of optical, technical, ideological aesthetic codes, is a certain way of interpreting reality. Therefore, it is required to take into account the meaning of the codes and analytical processing of the image for the transition to the criminological interpretation of the visual trace. Thus, digital photography has significant advantages over analog, expanding the possibilities of understanding objects, but also complicating the interpretation of the data obtained.

Keywords: Digital Photography; Forensics; Crime Scenes; Digital technologies; Investigation




This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Специальный выпуск: Технология Криминалистики и Судебной Экспертизы

Использование цифровой фотографии на местах происшествия при производстве судебных экспертиз

Татьяна Валерьевна Телятицкая (✉) 

Белорусский государственный экономический университет, Минск, пр. Партизанский, 16-а,
220070, Беларусь

tvt@tut.by

Аннотация

Цифровая фотография, являясь достаточно новым средством документирования мест совершения преступлений, прочно входит в судебно-экспертную деятельность как важный способ сбора и закрепления доказательств, как необходимая функция любого расследования на месте преступления. Судебная фотография в общем, и цифровая фотография в частности, является особой знаковой системой, позволяющей описать место совершения преступления доступнее и объективнее, чем вербальные способы выражения информации, представляет собой дополнительные сведения для специалистов, которые делают объективным восприятие обстановки, либо объектов, описание которых тяжело поддается изложению в связи со значительным количеством либо сложностью восприятия, а также предоставляет возможность повторно осуществлять исследование места совершения преступления. Использование цифровой фотографии позволяет закрепить следы и наглядно представить обстановку совершения преступления в суде. Особенности изображения места преступления, технологии визуализации скрытых доказательств, обеспечивают цифровой фотографии важное место при исследовании места преступления. Достижения в редактировании изображений, новейшее программное обеспечение, особенности освещения при проведении фотосъемки помогают досконально изучить детали преступления. Особый язык цифровой фотографии «рассказывает» историю преступления, которую эксперты и следователи должны расшифровать и описать. Технологические решения позволяют «считать» невидимое глазом, например, маркирующие вещества прямо на месте происшествия, или с помощью использования специального освещения и фильтров, а также недоступное без помощи эндоскопов, дронов и др. устройства. В тоже время фотография представляет собой совокупность оптических, технических, эстетических, идеологических кодов, и является определенным способом интерпретации реальности. Поэтому требуется учет значения кодов и аналитическая обработка изображения для перехода к криминологической интерпретации визуального следа. Таким образом цифровая фотография имеет значительные преимущества перед аналоговой расширяя возможности понимания объектов, но и усложняя интерпретацию полученных данных.

Ключевые слова: Цифровая фотография; Криминалистика; Цифровые технологии; Судебная экспертиза; Следственные действия



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Использование цифровой фотографии на местах происшествия при производстве судебных экспертиз

Судебная фотография имеет длинную историю. Она может считаться первой технологией, органично вписавшейся в криминалистическую практику. Уже в конце XIX века фотографии использовались как доказательства в суде. Альфонс Бертillon предложил советы по фотографированию (Bertillon, 1890), которые в дальнейшем привели к развитию специфических техник фотографии в криминалистических целях. Евгений Федорович Буринский разработал особую систему исследования вещественных доказательств с помощью фотографии (в частности усиления контрастов и цветоделение). И уже в 1930-х гг. стал вопрос о том, что фотография должна соответствовать объекту и не вводить в заблуждение суд (Robinson, 2016).

Сегодня цифровые технологии интегрируются в жизнь общества. Также это затронуло и судебную экспертизу, включая использование техники фотографий при уголовном производстве. В XXI веке органы судебной экспертизы используют камеры с высоким разрешением, объективы и современные приборы для съемки фотографий с места преступления. Цифровые фото-технологии стали неотъемлемым элементом как судебно-запечатлевающей, так и исследовательской фотографии (Антропов, 2019). Имея, несомненно, больше преимуществ перед традиционными фотографическими снимками, она почти вытеснила аналоговую фотографию (Parveen, 2019). Она представляет собой визуальную информацию, сохранённую в цифровом формате, результатом которой является изображение в виде массива цифровых данных – файла. Изображение, представленное в цифровом виде, предназначено для дальнейшей обработки при помощи специальных устройств и программ и представляет собой важное доказательство по делу. Судебная фотография создает визуальную запись места преступления в том состоянии, в котором оно было первоначально обнаружено и играет огромную роль на протяжении всего расследования (Gouse, 2018), создавая стабильный знак, могущий быть предъявлен в суде (Fatima, 2019).

В литературе уделяется значительное внимание цифровой фотографии в экспертной деятельности. Поднимается вопрос об особенностях использования цифровой фотографии в предотвращении и расследовании отдельных видов преступления (Gilmour, 2019). Изучается связь криминалистической фотографии с семиотикой (Leone, 2021). В научном сообществе обсуждается вопрос цифровых фотографий в системе вещественных доказательств (Репин, 2020; Салахов, 2019; Сафаров, 2018). Указываются их неоспоримые достоинства, такие как оперативность процесса съемки, меньший вес аппаратуры, быстрое получение результатов. При этом отмечается сложности, связанные с определением достоверности полученных снимков, о том, не подвергались ли данные фотоснимки изменению (Соловьева, 2019). Кроме того, если цифровые



изображения входят в состав вещественных доказательств по уголовному делу, могут возникнуть вопросы о подлинности этих объектов, на которые необходимо будет ответить эксперту при проведении фототехнической экспертизы. Это все аргументы в пользу того, что цифровые изображения нуждаются в тщательном изучении, а также что методики криминалистического исследования цифровых изображений как объекта судебной фототехнической экспертизы требуют самостоятельной разработки (Малыхин, 2021). Существуют исследования, предлагающие формализовать криминалистическую экспертизу цифровых фотографий (Milliet et al., 2014).

Цифровая фотография может рассматриваться как определенная интерпретация места происшествия, так как происходит сокращение информации (переход от трехмерного пространства к двумерному изображению, оптика, процесс обработки изображения и т. д.) и вмешательство человека (точка зрения, кадрирование объекта, освещение, эффекты и т. д.). Фотография представляет собой совокупность оптических, технических, эстетических кодов. Переход от фотографии к оценке реальности требует анализа изображения (с учетом освещения, точки обзора, цветового баланса, и других настроек камеры) с целью установления причины появления и существенных параметров визуального следа (действия людей, изменение объектов, времени происшествия и т. д.).

Несмотря на данные обстоятельства, цифровая фотография имеет ряд преимуществ в экспертной деятельности:

- значительно ускоряется процесс обработки полученного изображения (Gilmour, 2017),
- просмотр полученного изображения с места происшествия на ЖК мониторе позволяет экспертам более точно и лучше разглядеть все детали фотографии, что непосредственно повлияет на дальнейший ход дела и его заключение (Rocha, 2011), использование режима макросъёмки и т.п. позволяет точнее оценить характеристики объектов;
- цифровые фотографии дают экспертам возможность хранить их без какого-либо срока на различных носителях информации, будь то сам фотоаппарат, либо же персональный компьютер или флэш накопитель без потери качества, что несомненно является более удобным по отношению к обычным фотографическим снимкам.
- многие цифровые фотоаппараты позволяют проводить съемку в инфракрасных лучах, используя лишь светофильтр, в то время как для классической фотографии требуется специальная фотопленка.

Использование альтернативных источников освещения (например, голубого, зеленого свет), и цветных фильтров позволяют улучшают видимость скрытых улик, например, отпечатков пальцев. Использование фильтров или флуоресцентного освещения при съемке под разными углами позволяет увидеть мельчайшие детали, например, для сравнения подошв и следов (Fatima, 2019).

В настоящее время особый интерес вызывает обнаружение специальных маркирующих веществ (например, по уголовным делам, возбужденным по



коррупционным статьям) непосредственно в ходе осмотра места происшествия, а не в лабораторных условиях (Afanasiev, 2020).

Цифровые технологии позволяют решать широкий круг задач: проводить измерения по фотоснимкам объектов на месте происшествия, выявлять всевозможные слабовидимые изображения в документах, проводить портретные исследования. Кроме того, используя достижения в области искусственного интеллекта, можно совершать фотографии ранее недоступные для криминалистов и следователей. При помощи эндоскопа (инспекционной камеры), можно зафиксировать следы, оставленные в местах, которые не могут быть сфотографированы обычным фотоаппаратом. Эндоскоп позволяет увидеть объекты, находящиеся в узких труднодоступных местах, полостях не дожидаясь специалистов, которые смогут обеспечить доступ к следам. Цифровые фотографии, сделанные при помощи беспилотного летательного аппарата, позволяют зафиксировать следы в труднодоступных местах, или на большой высоте, а также предоставить фотографии общего плана места совершения преступления и расположенных на нем объектов, если оно достаточно обширно. Исследователи предлагают использовать электронную систему фотоизображений: место происшествия, следы и улики, процесс расследования, объединяющихся с помощью QR кодов, уникальных кодов радиочастотной идентификации (RFiD) с целью идентификации для электронного управления потоком доказательств (Frankowski & Dębski, 2018).

Основная задача уголовно-процессуального законодательства состоит в том, чтобы обеспечить объективную связь между исходными цифровыми изображениями и полученными результатами их обработки в различных графических редакторах. В случае появления сомнений в истинности цифровых изображений необходимо доказывать их достоверность посредством проведения соответствующей судебной экспертизы, иначе они могут быть исключены из процесса доказывания. При переходе на цифровые технологии получения фотографических изображений обозначился широкий спектр правовых, организационных и методических проблем, требующих разрешения. К ним относится и комплексное изучение вопросов практического и теоретического плана, связанных с особенностями использования цифровой фотографии при производстве следственных действий.

Таким образом, современная цифровая фотография в сравнении с традиционной классической фотографией обладает рядом новых, уникальных и универсальных возможностей технического характера, поэтому трудоемкий негативный и позитивный процесс отходит на второй план. При применении цифровой фотографии исключается лабораторная химическая обработка фотоматериалов, сокращается количество используемых расходных средств и времени, затрачиваемого на изготовление фотографий. Полученные изображения можно легко и быстро распечатывать, копировать без потери качества, пересылать по сетям цифровых коммуникаций. Появляется возможность записи коротких видеофрагментов, звуковых комментариев и титров. Повышается степень защиты



и сохранности информации, записанной на CD-R диски, так как такой диск не подвержен влиянию магнитных полей и способен хранить полученную информацию в течение длительного времени (25-50 лет). Иными словами, цифровая фотография имеет целый ряд неоспоримых и весьма существенных преимуществ перед обычной фотографией. Хотя сегодня появляются новые методы, позволяющие зафиксировать место происшествия с большей точностью, например, при помощи лазерного сканирования, однако сложность и дороговизна подобных методов (Eyre et al., 2017), делает цифровую фотографию наиболее востребованной технологией.

Использование цифровой фотографии в расследовании преступлений позволяет существенно расширить возможности правоохранительных органов, так как с её помощью можно “остановить” объект, изучить динамический процесс на различных стадиях его развития, зафиксировать объект, невидимый глазу. Таким образом фотография является особой знаковой системой, обладающей возможностью расширять и уточнять информацию, передаваемую наиболее важными объектами. В тоже время интерпретация цифровой фотографии, являющейся совокупностью оптических, технических, эстетических и идеологических кодов, требует особой аналитической работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антропов А. В. Актуальные проблемы применения цифровой фотографии в ходе производства технико-криминалистических и почерковедческих экспертиз // Технологии XXI века в юриспруденции: материалы Всероссийской научно-практической конференции/ под ред. Д. В. Бахтеева. Екатеринбург: Уральский государственный юридический университет, 2019. С. 10-16.
- Афанасьев Е. В., Арутюнов А. С. (2020). К вопросу применения цифровой фотографии при производстве осмотра мест происшествий в современных условиях // Вестник института права башкирского государственного университета. 2020. № 4. 102–114. <https://doi.org/10.33184/vest-law-bsu-2020.8.16>
- Репин А. В. О необходимости уточнения понятийного аппарата криминалистической фотографии // Сборник материалов криминалистических чтений. 2020. № 17. С. 65-66.
- Салахов, Д. Ф., Милова, И. Е. Применение цифровой фотографии в расследовании преступлений // Российская наука: актуальные исследования и разработки под ред. С. И. Ашмаиной, А. В. Павлова. Самара: Самарский государственный экономический университет, 2019. С. 419-422.
- Сафаров В. Р., Желнина А. А. Некоторые проблемы применения криминалистической фотографии // Аллея Науки. 2018. № 4(5). С. 259-262.
- Соловьева С. М. Применение цифровых технологий в криминалистике // Молодой ученый. 2019. № 51. С. 161-164.
- Малыхин, А. В., Малыхина, Е. А. Цифровая фотография как эффективный способ современного технико-криминалистического обеспечения раскрытия, расследования и предупреждения преступлений // Криминалистика: вчера,



сегодня, завтра. 2021. № 1. С. 102-108. DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-9820-2021-1-102-108>

- Bertillon A. La photographie judiciaire : avec un appendice sur la classification et l'identification anthropométriques. Paris: Gauthier-Villars, 1890. URL: <https://wellcomecollection.org/works/c9xep36q> (Date accessed 3.04.2021)
- Fatima F. Forensic Photography: A Visual and Legal Record of Crime Scene // LGU International Journal for Electronic Crime Investigation. 2019. № 3(2). P. 19-28. URL: <http://ojs.lgu.edu.pk/index.php/ijeci/article/view/329/289> (Date accessed 3.05.2021)
- Eyre M., Foster P., Speake G., Coggan J. Integration of Laser Scanning and Three-dimensional Models in the Legal Process Following an Industrial Accident // Safety and Health at Work. 2017. № 8(3). P. 306–314. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2016.11.005>
- Frankowski A., & Dębski A. (2018). Recovery of forensic traces with use of state-of-the-art. imaging techniques – system for marking, tracing and maintaining chain of custody // Issues of Forensic Science. 2018. № 299(1). P. 52–56. https://problemykryminalistyki.pl/pliki/dokumenty/1_frankowskidebskirecoverytraces.pdf
- Gilmour P. M. The application of photography in tackling emerging crime. Bath: The Royal Photographic Society, 2017.
- Gilmour, P. M. The application of photography in investigating fraud // The Imaging Science Journal. 2019. № 67(4). P. 215-223. DOI: <https://doi.org/10.1080/13682199.2019.1600254>
- Gouse S, Karnam S, Girish HC, Murgod S. (2018) Forensic photography: Prospect through the lens // Journal of Forensic Dental Science. 2018. № 10. P. 2-4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6080161/>
- Leone, M. From Fingers to Faces: Visual Semiotics and Digital Forensics // International Journal for the Semiotics of Law - Revue internationale de Sémiotique juridique. 2021. № 34. P. 579–599. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11196-020-09766-x>
- Milliet, Q., Delémont, O., & Margot, P. (2014). A forensic science perspective on the role of images in crime investigation and reconstruction. Science & Justice. № 54(6), 470–480. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2014.07.001>
- Robinson E. M. Crime Scene Photography. Amsterdam: Academic Press, 2016.
- Rocha A., Scheirer W., Boulton, T., Goldenstein, S. Vision of the unseen: Current trends and challenges in digital image and video forensics // ACM Computing Surveys. 2011. № 43(4). 26. DOI: <https://doi.org/10.1145/1978802.1978805>

REFERENCES

- Antropov, A. V. (2019). Aktual'nyye problemy primeneniya tsifrovoy fotografii v khode proizvodstva tekhniko-kriminalisticheskikh i pocherkovodcheskikh ekspertiz [Current problems of digital photography application in the course of manufacturing technical criminalistic and handwriting examinations]. In D. V. Bakhteev (ed.), *Technologies of the XXI century in jurisprudence* (pp. 10-16). Yekaterinburg: Ural State Law University.




- Afanasiev E. V., & Arutyunov A. S. (2020). K voprosu primeneniya tsifrovoy fotografii pri proizvodstve osmotra mest proisshestviy v sovremennykh usloviyakh. [On the Use of Digital Photography during the Incident Site Inspection in Modern Conditions]. *Vestnik Instituta prava Bashkirskogo gosudarstvennogo universiteta* = *Bulletin of the Institute of Law of the Bashkir State University*, 4, 102–114.
- Bertillon, A. (1890). *La photographie judiciaire : avec un appendice sur la classification et l'identification anthropométriques* [Forensic photography: with an appendix on anthropometric classification and identification]. Gauthier-Villars. <https://wellcomecollection.org/works/c9xep36q>
- Eyre, M., Foster, P., Speake, G., & Coggan, J. (2017). Integration of Laser Scanning and Three-dimensional Models in the Legal Process Following an Industrial Accident. *Safety and Health at Work*, 8(3), 306–314. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2016.11.005>
- Fatima, F. (2019). Forensic Photography: A Visual and Legal Record of Crime Scene *LGU International Journal for Electronic Crime Investigation*, 3(2) 19-28. <http://ojs.lgu.edu.pk/index.php/ijeci/article/view/329/289>
- Frankowski, A., & Dębski, A. (2018). Recovery of forensic traces with use of state-of-the-art. imaging techniques – system for marking, tracing and maintaining chain of custody. *Issues of Forensic Science*, 299(1), 52–56. <https://problemykryminalistyki.pl/pliki/dokumenty/1 frankowskidebskirecoverytraces.pdf>
- Gilmour, P. M. (2017). *The application of photography in tackling emerging crime*. The Royal Photographic Society
- Gilmour, P. M. (2019). The application of photography in investigating fraud. *The Imaging Science Journal*, 67(4), 215-223. <https://doi.org/10.1080/13682199.2019.1600254>
- Gouse S, Karnam S, Girish H. C, & Murgod S. (2018). Forensic photography: Prospect through the lens. *Journal of Forensic Dental Science*, 10, 2-4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6080161/>
- Leone, M. (2021). From Fingers to Faces: Visual Semiotics and Digital Forensics. *International Journal for the Semiotics of Law - Revue internationale de Sémiotique juridique*, 34, 579–599. <https://doi.org/10.1007/s11196-020-09766-x>
- Malykhin, A.V., & Malykhin, E.A. (2021). Tsifrovaya fotografiya kak effektivnyy sposob sovremennogo tekhniko- kriminalisticheskogo obespecheniya raskrytiya, rassledovaniya i preduprezhdeniya prestupleniy [Digital photography as an effective way of modern technical and forensic support for the disclosure, investigation and prevention of crimes]. *Forensics: yesterday, today, tomorrow*, 1, 102-108. <https://doi.org/10.24412/2587-9820-2021-1-102-108>
- Milliet, Q., Delémont, O., & Margot, P. (2014). A forensic science perspective on the role of images in crime investigation and reconstruction. *Science & Justice*, 54(6), 470–480. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2014.07.001>
- Repin, A. V. (2020). O neobkhodimosti utocneniya ponyatiynogo apparata kriminalisticheskoy fotografii [On the need to clarify the conceptual apparatus of forensic photography]. *Collection of forensic readings*, 17, 65-66.
- Robinson, E. M. (2016). *Crime Scene Photography*. Academic Press.



- Rocha, A., Scheirer, W., Boulton, T., & Goldenstein, S. (2011). Vision of the unseen: Current trends and challenges in digital image and video forensics. *ACM Computing Surveys*, 43(4), 26. <https://doi.org/10.1145/1978802.1978805>
- Safarov, V. R., & Zhelnina, A. A. (2018). Nekotoryye problemy primeneniya kriminalisticheskoy fotografii [Some problems of using forensic photography]. *Alley of Science*, 4(5), 259-262.
- Salakhov, D. F., & Milova, I. E. (2019). Primeneniye tsifrovoy fotografii v rassledovanii prestupleniy Application of digital photography in crime investigation. In S. I. Ashmarina, & A. V. Pavlova (eds.) *Russian science: current research and development* (pp. 419-422). Samara State Economic University.
- Solovieva, S. M. (2019). Primeneniye tsifrovyykh tekhnologiy v kriminalistike [Application of digital technologies in forensic science]. *Young scientist*. 51, 161-164.

*Special Topic: Forensic Examinations – Terms and Techniques*

Modeling Methods in Forensic Engineering and Technical Expertise: Artificial Languages of Modeling in Forensics

Pavel Menshikov (✉) 

Expert agency “VITTA”, 1A-17, Tashkentskaya st., St. Petersburg, 196084, Russia

vitta.spb@mail.ru

Abstract

In forensic science, graphic, mathematical and computer models are often used for technical reconstructions and the provision, for example, of fire-technical expertise. In the field of forensic safety, simulations are used to determine the causes of accidents and whether it was possible to prevent them. Here alternative computer models produce likely versions of the incident and the possible causes of hardware failure. To the extent that these alternatives rely on certain physical laws and initial data, they offer alternatives languages to represent incidents. An example of this is provided by zone and field modeling of a fire with their varying degrees of complexity, accuracy and reliance on background assumptions. Zone models are based on mathematical relations from empirical observations, such as the stratification of fluid zones. They offer a relatively broad view of mass and energy exchanges in an enclosure. The fire is described by heat and mass release rates. After discretization, the system's two-equation closure for turbulence that constitutes the core of a zone model is solved by way of computing resources. The time evolution of the different variables in a given zone and the flows of energy and mass between two adjacent zones are then calculated. Field models are based on fundamentals of fluid mechanics and represent the application of Computational Fluid Dynamics (CFD) to fire scenarios. The environment is divided into a large number of small cells whose size must be related to the combination of geometric complexity, time discretization and the magnitude of flows passing through opposing faces of the cell. On the basis of this mesh, the fluid flows induced by a fire are calculated by applying the basic equations of fluid dynamics. Consequently, the data that are obtained from these zone and fields models of fire differ in nature, quality and quantity. Moreover, the integration of other heat transfer mechanisms requires the set up of a parallel application of sub-models that interact with the core model. Further sub-models must be integrated to take account of other phenomena that cannot be correctly represented by the core model, such as turbulence. It is evident that despite the use of formulas from fundamental physics, this does not mean that the models will fully reflect reality. Especially computer modeling is in demand in situations of uncertainty. It enables the construction not only of models of specific objects and incidents, but also a model of criminal phenomena in general. There are both local models of urban crime based on historical, geographic, demographic data and information from social networks, as well as universal systems of Agent modeling of criminal behavior. However, at the moment, the use of artificial intelligence for modeling in the field of forensic science is limited due to the lack of clarity in the process of building the model.

Keywords: Modeling; Forensics; Forensic Engineering and Technical Expertise; Artificial Language



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Специальный выпуск: Технология Криминалистики и Судебной Экспертизы

Методы моделирования в судебной инженерно-технической экспертизе: Искусственные языки моделирования в криминалистике

Павел Валентинович Меньшиков (✉) 

Экспертное агентство “ВИТТА”, Ташкентская ул., д. 1А -17, Санкт-Петербург, 196084, Россия

vitta.spb@mail.ru

Аннотация

Графические, математические и компьютерные модели часто используются в судебной строительно-технической и пожарно-технической экспертизе. В судебной экспертизе по технике безопасности моделирование используется для определения причин несчастных случаев и возможностей его предотвращения. Альтернативные компьютерные модели воспроизводят вероятные версии произошедшего случая и варианты возникновения неисправности оборудования. В той степени, в которой эти альтернативы полагаются на определенные физические законы и исходные данные, они предлагают альтернативные языки для представления инцидентов. На примере интегрального, зонного и полевого моделирования пожара прослеживаются возможности использования моделей разной степени сложности, точности и допущений. Зональные модели основаны на математических соотношениях эмпирических наблюдений, таких как стратификация флюидных зон. Они предлагают относительно широкий обзор обмена массой и энергией в помещении. Пожар рассматривается описывается скоростью выделения тепла и массы. После дискретизации закрытие системы с двумя уравнениями для турбулентности, составляющее ядро модели зоны, решается с помощью вычислительных ресурсов. Затем рассчитывается изменение во времени различных переменных в данной зоне и потоки энергии и массы между двумя соседними зонами. Полевые модели основаны на основах механики жидкости и представляют собой применение вычислительной гидродинамики (CFD) к сценариям пожаров. Окружающая среда разделена на большое количество мелких ячеек, размер которых должен зависеть от сочетания геометрической сложности, дискретности по времени и величины потоков, проходящих через противоположные грани ячейки. На основе этой сетки потоки, вызванные пожаром, рассчитываются с применением основных уравнений гидродинамики. Следовательно, данные, полученные на этих моделях зон и полей, различаются по характеру, качеству и количеству. Более того, интеграция других механизмов теплопередачи требует настройки параллельного применения подмоделей, которые взаимодействуют с моделью ядра. Дополнительные подмодели должны быть интегрированы, чтобы учесть другие явления, которые не могут быть правильно представлены базовой моделью, например турбулентность. Использование формул фундаментальных физических законов и компьютерных вычислений не означает, что модели будут полностью отображать действительность. Компьютерное моделирование оказывается особенно востребовано в ситуациях неопределенности. Строятся как локальные модели городской преступности, базирующиеся на исторических, географических, демографических данных и информации из социальных сетей, так и универсальные системы Агентного моделирования преступного поведения. Однако на данный момент использование для моделирования в области криминалистики искусственного интеллекта ограничено из-за отсутствия ясности процесса построения модели.

Ключевые слова: Моделирование; Криминалистика; Судебная инженерно-техническая экспертиза; Искусственный язык



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Методы моделирования в судебной инженерно-технической экспертизе: Искусственные языки моделирования в криминалистике

В настоящее время с появлением новых технологий метод моделирования становится одним из самых востребованных не только в судебной экспертизе, но и других областях человеческой деятельности. На сегодняшний день судебная экспертиза имеет сложную методологическую структуру, это связано с усложнением и разнообразием технологий, появляющихся в мире.

Зачастую, перед судебным экспертом ставятся задачи, решение которых требует проведения экспертного эксперимента – опыта, который произведен в специально созданных условиях для изучения того или иного явления, факта, процесса, который является необходимым для решения экспертной задачи. Не всегда возможно использовать данный метод, так как в большинстве случаев он предполагает проведение определенных действий над объектом исследования, что не всегда возможно и целесообразно. В таких случаях возможна замена реального объекта исследования специально созданной моделью.

Широкое применение метода моделирования при решении задач судебных экспертиз обусловлено необходимостью установления истины, а так как этот процесс требует применения совершенных методов и приемов и должен осуществляться на основе новых подходов при разработке моделей, используемых процессуальными субъектами, то метод моделирования является ярким примером наиболее показательного варианта удовлетворения данных требований.

Основной инженерно-технической экспертизой, используемой метод моделирования, является судебная строительно-техническая экспертиза.

Самым широко используемым видом метода моделирования в данной экспертизе является графическая модель, представляющая собой некое средство соединения всех полученных данных об объекте исследования, например, данных проведенных измерений. Графическая модель здания является планом того или иного сооружения, который отображает характеристики, необходимые для решения задач, поставленных перед судебным экспертом, например, такими характеристиками могут являться: расположение сооружений относительно какой-либо части участка земли, размеры различных сооружений, ориентация объектов исследования относительно сторон света. Графическая модель, например, позволяет узнать необходимые данные в случае ситуации, при которой новые конструкции нарушают возможность правильной эксплуатации сооружений, возведенных ранее.

Существует частный вид моделирования – реконструкция. С помощью такого вида модели можно воспроизвести необходимую часть разрушения до ее первоначального состояния и провести необходимые исследования. При реконструкции восстанавливают необходимую часть разрушенного объекта при помощи остатков разрушенного объекта или же по имеющейся в наличии информации о разрушении (Орехов Макеев и Балабин, 2019, с. 79).



Также, в судебной строительно-технической экспертизе используется компьютерное моделирование. Так называемое BIM (Building Information Model или Modeling) моделирование является новым цифровым подходом к решению задач судебной строительно-технической экспертизы. Данный вид моделирования заключается в следующем: осуществляется сбор всей информации при проектировании и строительстве объекта, с каждой новой стадией работы над объектом эта информация пополняется новыми данными. Используя эту информацию, можно предупредить те или иные ошибки при эксплуатации законченного объекта. Стоит отметить, что данная модель составляется не при производстве судебной экспертизы, а лишь помогает эксперту проводить исследования, так как содержит всю информацию по объекту. Также, с помощью данной модели эксперт может спрогнозировать то или иное состояние объекта в будущем, проводя все необходимые эксперименты на данной модели (Харченко, 2019, С. 90). Становится возможным построение трехмерной аналитической структурной модели зданий и сооружений (Bernier & Padgett, 2018)

Цифровые модели оказываются особенно востребованы в ситуации неопределенности. Например, при судебно-экспертной деятельности в рамках строительно-технической экспертизы для определения влияния ремонтно-строительных работ на техническое состояние объекта могут использоваться нейро-нечёткие модели (Pasko & Terenchuk, 2020).

Также метод моделирования имеет важную роль при решении некоторых задач судебной пожарно-технической экспертизы. С помощью моделирования эксперты определяют, как ведет себя объект экспертизы (конструкции, материалы) в условиях пожара, как изменяются. При данном методе используются различные пути получения информации из созданной модели. Наиболее часто используемым видом моделирования является математический. Математическое моделирование базируется на идеи решения задач судебных экспертиз с помощью математической задачи или системы дифференциальных уравнений, которые описывают необходимый процесс, также существует вариант создания аналогии, где аналогом выступает явление, имеющие математическое и экспериментальное обоснование.

Моделирование огня при пожаре может идти по интегральному, зонному или полевому принципу. Интегральная модель на основе системы дифференциальных уравнений позволяет оценить среднеобъемные параметры состояния среды, независимым аргументом является время. Зонные модели представляет собой математические модели и дают относительно широкое представление об обмене массой и энергией в замкнутом пространстве. Огонь рассматривается как объемный источник тепла и видов; поэтому он описывается скоростью выделения тепла и массы (Walton et al., 2016). Разделение на зоны (чаще всего конвективная колонка, припотолочный слой и зона холодного воздуха) позволяет рассчитать температуру и концентрацию различных химических веществ, которые будут меняться со временем. После дискретизации решается система уравнений, составляющая ядро зонных моделей; затем рассчитываются временные изменения различных переменных в данной зоне и потоки энергии и массы между двумя соседними зонами (Bast et al., 2018). Одной из важнейших проблем зонных моделей является необходимость априорного знания структуры течения, которые необходимо получить либо экспериментально, либо из



предварительных теоретических соображений (Novozhilov, 2001). Полевые модели основаны на основах механики жидкости и представляют собой применение вычислительной гидродинамики (Computational Fluid Dynamics, CFD) к сценариям пожара. В этом случае среда делится на большое количество мелких ячеек, совокупность которых составляет вычислительную модель. Потoki газа, вызванные пожаром, рассчитываются на основании основных уравнений гидродинамики (уравнения Навье-Стокса). Интеграция других механизмов теплопередачи, участвующих в пожаре, теплопроводности и, прежде всего, излучении, требует применения подмоделей, которые взаимодействуют с основной моделью гидродинамики (McGrattan & Miles, 2016; Novozhilov, 2001). Не имея никаких априорных допущений, полевая модель может использоваться для разнообразных сценариев пожара, однако является сложной для применения.

Однако нужно понимать, что использование формул фундаментальных физических законов и компьютерных вычислений не означает, что модели будут полностью соответствовать действительности. Результаты и зонного и полевого моделирования в значительной степени сильно зависят от начальных и граничных условий, заданных первоначально экспертом (Walton et al., 2016).

Метод моделирования может использоваться в судебной экспертизе по технике безопасности при решении следующих задач: существовала ли возможность предотвратить несчастный случай (каким образом), какова непосредственная причина несчастного случая, мог ли несчастный случай произойти по данной причине, могло ли данное обстоятельство способствовать случившемуся происшествию, какой была последовательность процессов (действия/ бездействия участников данных процессов), которые явились причиной несчастного случая, возможно ли внезапное возникновение неисправности (аварийной ситуации), приведшей к несчастному случаю, была ли возможность возникновения несчастного случая при исправной работе данного оборудования, была ли возможность предотвращения (недопущения) несчастного случая и другие. Моделирование может использоваться для анализа ошибок в работе разнообразных технических устройств (Block, 2017; Colin Gagg, 2020)

Для решения вышеуказанных задач возможно использование компьютерного вида моделирования. В таком случае созданная модель (ряд моделей) будет воспроизводить вероятные версии произошедшего случая. Так, например, при ответе на вопрос о непосредственной причине произошедшего несчастного случая возможно создание ряда моделей, которые будут наглядно показывать все возможные причины. Модель может учитывать один или несколько эффектов (Bernier & Padgett, 2018). С помощью имеющихся данных и информации о конкретном происшествии возможным станет сопоставлении одной из моделей с реальным случаем.

При ответе на вопрос о возможности внезапного возникновения неисправности, приведшей к несчастному случаю, можно создать модель с учетом всех особенностей и параметров исследуемого оборудования и рассмотреть все возможные варианты возникновения неисправности оборудования на данной модели. Возможно использование машинного обучения для моделирования несчастных случаев на производстве, так (Matías et al., 2008) использовали для моделирования падений на производстве байесовские сети, а (Sarkar et al., 2019)



использовали метод опорных векторов (SVM) и искусственная нейронная сеть (ANN), с оптимизацией генетическим алгоритмом (GA) и методом роя частиц (PSO) для достижения более высокой степени точности и надежности.

Современные методы компьютерного моделирования значительно расширили возможности моделирования в forensics. Они позволяют не только отвечать на конкретные запросы, но и строить общие модели криминального поведения. Это могут быть локальные модели городской преступности, базирующиеся на исторических, географических, демографических данных и информации из социальных сетей (Kounadi et al., 2018; Malleson & Andresen, 2015; Yang et al., 2020). С середины 2000-х годов получила распространение универсальная система Агентного моделирования (Agent-based modeling (ABM)), в котором может быть реализованы разнообразные теории и подходы. В ней существует среда (например, город) и действующие агенты (люди, группы и организации), могущие представлять собой тех или иных преступников, жертв, свидетелей и полицейских с определенным набором характеристик (Groff et al., 2019; Hawdon & Ryan, 2018). В тоже время очевидно, что на данный момент использование для моделирования в области криминалистики искусственного интеллекта ограничено из-за "черного ящика" машинного обучения (Rudin, 2019)

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что, рассматривая вопрос о роли метода моделирования при решении задач судебной инженерно-технической экспертизы, необходимо рассматривать каждый род данного вида экспертизы отдельно, так как задачи некоторых из них возможно и необходимо решать с помощью метода моделирования в качестве основного и единственно подходящего метода, а задачи других решаются с помощью других, более подходящих методов, используя моделирование только в качестве дополнительного метода, а иногда и вовсе не используется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Орехов Г. В., Макеев Б. А., Балабин Ю. А. Методы математического моделирования и судебная строительно-техническая экспертиза // Журнал: Недвижимость: экономика, управление. 2019. № 2. С. 78-82
- Харченко В. Б. Использование BIM – моделей при производстве судебной строительно-технической экспертизы // Журнал: Юридическая наука. 2019. №11. С. 89-91.
- Bast W.D., Michelin R., Pavlich B., Fink L. Forensic Evaluation and Repair of Failures in 41-Story Granite Façade // Forensic Engineering 2018. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2018. P. 83–96. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784482018.009>
- Bernier C., Padgett J.E. Forensic Investigation of Aboveground Storage Tank Failures during Hurricane Harvey Using Fragility Models // Forensic Engineering 2018. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2018. P. 975–985. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784482018.094>
- Block F.E. The Role of Forensic Engineering Investigations in Medical Device Reports // Journal of Clinical Engineering. 2017. № 2(42). P. 85–88. DOI: <https://doi.org/10.1097/JCE.000000000000208>



- Colin Gagg. Forensic Engineering: The Art and Craft of A Failure Detective. Boca Raton: CRC Press, 2020.
- Groff E.R., Johnson S.D., Thornton A. State of the Art in Agent-Based Modeling of Urban Crime: An Overview // Journal of Quantitative Criminology. 2019. № 1(35). P. 155–193. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10940-018-9376-y>
- Hawdon J., Ryan J. What Criminals Do, AT Least Theoretically: Agent Based Modeling as a Strategy for Critically Testing Criminological Theories // Sociological theory, methods and perspective. New York: Nova, 2018. P. 57–85.
- Kounadi O., Ristea A., Leitner M., Langford C. Population at risk: using areal interpolation and Twitter messages to create population models for burglaries and robberies // Cartography and Geographic Information Science. 2018. № 3(45). P. 205–220. DOI: <https://doi.org/10.1080/15230406.2017.1304243>
- Malleson N., Andresen M.A. The impact of using social media data in crime rate calculations: shifting hot spots and changing spatial patterns // Cartography and Geographic Information Science. 2015. № 2(42). P. 112–121. DOI: <https://doi.org/10.1080/15230406.2014.905756>
- Matías J.M., Rivas T., Martín J.E., Taboada J. A machine learning methodology for the analysis of workplace accidents // International Journal of Computer Mathematics. 2008. № 3–4(85). P. 559–578. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207160701297346>
- McGrattan K., Miles S. Modeling Fires Using Computational Fluid Dynamics (CFD) // SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. New York, NY: Springer New York, 2016. P. 1034–1065. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_32
- Novozhilov V. Computational fluid dynamics modeling of compartment fires // Progress in Energy and Combustion Science. 2001. № 6(27). P. 611–666. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0360-1285\(01\)00005-3](https://doi.org/10.1016/S0360-1285(01)00005-3)
- Pasko R., Terenchuk S. The Use of Neuro-Fuzzy Models in Expert Support Systems For Forensic Building-Technical Expertise // ScienceRise. 2020. № 67(2). P. 10–18. DOI:0.21303/2313-8416.2020.001278.
- Rudin C. Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead // Nature Machine Intelligence. 2019. № 5(1). P. 206–215. DOI: <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0012-7>
- Sarkar S., Vinay S., Raj R., Maiti J., Mitra P. Application of optimized machine learning techniques for prediction of occupational accidents // Computers & Operations Research. 2019. (106). P. 210–224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2018.02.021>
- Walton W.D., Carpenter D.J., Wood C.B. Zone Computer Fire Models for Enclosures // SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. New York, NY: Springer New York, 2016. P. 1024–1033. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_31
- Yang B., Liu L., Lan M., Wang Z., Zhou H., Yu H. A spatio-temporal method for crime prediction using historical crime data and transitional zones identified from nightlight imagery // International Journal of Geographical Information Science. 2020. № 9(34). P. 1740–1764. DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1737701>

REFERENCES

Bast, W. D., Michelin, R., Pavlich, B., & Fink, L. (2018). Forensic Evaluation and Repair



- of Failures in 41-Story Granite Façade. *Forensic Engineering* 2018, 83–96. <https://doi.org/10.1061/9780784482018.009>
- Bernier, C., & Padgett, J. E. (2018). Forensic Investigation of Aboveground Storage Tank Failures during Hurricane Harvey Using Fragility Models. *Forensic Engineering* 2018, 975–985. <https://doi.org/10.1061/9780784482018.094>
- Block, F. E. (2017). The Role of Forensic Engineering Investigations in Medical Device Reports. *Journal of Clinical Engineering*, 42(2), 85–88. <https://doi.org/10.1097/JCE.0000000000000208>
- Colin Gagg. (2020). *Forensic Engineering: The Art and Craft of A Failure Detective*. CRC Press.
- Groff, E. R., Johnson, S. D., & Thornton, A. (2019). State of the Art in Agent-Based Modeling of Urban Crime: An Overview. *Journal of Quantitative Criminology*, 35(1), 155–193. <https://doi.org/10.1007/s10940-018-9376-y>
- Hawdon, J., & Ryan, J. (2018). What Criminals Do, AT Least Theoretically: Agent Based Modeling as a Strategy for Critically Testing Criminological Theories. In J. H. Michalski (Ed.), *Sociological theory, methods and perspective* (pp. 57–85). Nova.
- Kharchenko V. B. (2019). Ispol'zovaniye BIM – modeley pri proizvodstve sudebnoy stroitel'no-tehnicheskoy ekspertizy [The use of BIM - models in the production of judicial construction and technical expertise]. *Journal: Legal Science*, 11., 89-91.
- Kounadi, O., Ristea, A., Leitner, M., & Langford, C. (2018). Population at risk: using areal interpolation and Twitter messages to create population models for burglaries and robberies. *Cartography and Geographic Information Science*, 45(3), 205–220. <https://doi.org/10.1080/15230406.2017.1304243>
- Malleson, N., & Andresen, M. A. (2015). The impact of using social media data in crime rate calculations: shifting hot spots and changing spatial patterns. *Cartography and Geographic Information Science*, 42(2), 112–121. <https://doi.org/10.1080/15230406.2014.905756>
- Matias, J. M., Rivas, T., Martín, J. E., & Taboada, J. (2008). A machine learning methodology for the analysis of workplace accidents. *International Journal of Computer Mathematics*, 85(3–4), 559–578. <https://doi.org/10.1080/00207160701297346>
- McGrattan, K., & Miles, S. (2016). Modeling Fires Using Computational Fluid Dynamics (CFD). In *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (pp. 1034–1065). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_32
- Novozhilov, V. (2001). Computational fluid dynamics modeling of compartment fires. *Progress in Energy and Combustion Science*, 27(6), 611–666. [https://doi.org/10.1016/S0360-1285\(01\)00005-3](https://doi.org/10.1016/S0360-1285(01)00005-3)
- Orekhov G.V., Makeev B.A., & Balabin Yu.A. (2019). Methods of mathematical modeling and judicial construction and technical expertise. *Journal: Real Estate: Economics, Management*, 2, 78-82
- Pasko, R., & Terenchuk, S. (2020). The Use of Neuro-Fuzzy Models in Expert Support Systems For Forensic Building-Technical Expertise. *ScienceRise*, 2(67), 10–18. <https://doi.org/0.21303/2313-8416.2020.001278>
- Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence*, 1(5), 206–215. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0048-x>



- Sarkar, S., Vinay, S., Raj, R., Maiti, J., & Mitra, P. (2019). Application of optimized machine learning techniques for prediction of occupational accidents. *Computers & Operations Research*, 106, 210–224. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2018.02.021>
- Walton, W. D., Carpenter, D. J., & Wood, C. B. (2016). Zone Computer Fire Models for Enclosures. In *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering* (pp. 1024–1033). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2565-0_31
- Yang, B., Liu, L., Lan, M., Wang, Z., Zhou, H., & Yu, H. (2020). A spatio-temporal method for crime prediction using historical crime data and transitional zones identified from nightlight imagery. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(9), 1740–1764. <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1737701>



Technology and Language Технологии в инфосфере.

Contributed papers



Natural Language as a Technological Tool

Simone Aurora (✉)

Università degli studi di Padova, dipartimento FISPPA, Piazza Capitaniato 3, Padova, 35139, Italy

simone.aurora@unipd.it

Abstract

Language is a technological tool, since it is the outcome of a process of exteriorisation of a set of intentional practices. This process of exteriorisation is semiotic in nature. Language as technology and technology as language are thus ways of socialize consciousness. On the basis of some recent results in applied linguistics, the paper suggests that language and technology have to be considered as “functioning” when they enable social relations, by collectivising consciousness and producing a sort of social intelligence as well as an increase of complexity; on the other hand, language and technology have to be considered as “non-functioning” when they hinder socialization, privatize consciousness and reduce complexity, as is the case in automatized and algorithmic treatment of languages. This concept of language requires a reconsideration of the ways in which linguistics and philosophy of language understand semiotic practices and demands a shift from an “autonomist view” to a “political view” of language.

Keywords: Natural language; Technological tool; Social intelligence; Algorithm

Аннотация

Язык – это технологический инструмент, поскольку он является результатом процесса экстерииоризации набора интенциональных практик. Этот процесс экстерииоризации носит семиотический характер. Таким образом, язык как технология и технология как язык являются способами социализации сознания. На основе некоторых недавних результатов в прикладной лингвистике в статье предлагается рассматривать язык и технологию как “функционирующие”, когда они обеспечивают возможность социальных отношений путем коллективизации сознания и создания своего рода социального интеллекта, а также увеличение сложности; с другой стороны, язык и технологии следует рассматривать как “нефункционирующие”, когда они препятствуют социализации, приватизируют сознание и уменьшают сложность, как в случае с автоматизированной и алгоритмической обработкой языков. Эта концепция языка требует пересмотра способов понимания семиотических практик лингвистами и философами языка, и подразумевает переход от “автономистского” к “политическому” взгляду на язык.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Natural Language as a Technological Tool

1. COMPUTATIONAL CAPITALISM AND THE “DEATH” OF LANGUAGES

As Peter K. Austin and Julia Sallabank (2011) write in the introduction to a recent important book, “it is generally agreed by linguists that today there are about 7,000 languages spoken across the world; and that at least half of these may no longer continue to exist after a few more generations as they are not being learnt by children as first languages. Such languages are said to be endangered languages” (2011, p. 1). This circumstance does not represent a neutral linguistic fact but is rather the effect of a precise political-economic framework, namely what Bernard Stiegler (2016) has called “computational capitalism” – that is an era in which “*calculation prevails over every other criteria of decision-making*, and where algorithmic and mechanical becoming is concretised and materialised as logical automation and automatism, thereby constituting the advent of nihilism, as computational society becomes a society that is automated and remotely controlled” (pp. 8-9) – and Antoinette Rouvroy and Thomas Berns define as “algorithmic governmentality”, that is “a certain type of (a)normative or (a)political rationality founded on the automated collection, aggregation and analysis of big data so as to model, anticipate and pre-emptively affect possible behaviours”. “Algorithmic governmentality”, they add further, “produces no subjectification, it circumvents and avoids reflexive human subjects, feeding on infra-individual data which are meaningless on their own, to build supra-individual models of behaviours or profiles without ever involving the individual, and without ever asking them to themselves describe what they are or what they could become” (Rouvroy & Berns, 2013, p. X). As this paper would like to show, then, the functioning of this new form of capitalism implies a radical reduction of the semantic, syntactic and morphological potentialities of natural languages. As a matter of fact, these “could [even] progressively evolve to seamlessly integrate the linguistic biases of algorithms and the economical constraints of the global linguistic economy” (Kaplan, 2014, p. 62). These claims seem to be coherent with what Austin and Sallabank write, as they observe that “economic, political, social and cultural power tends to be held by speakers of the majority languages, while the many thousands of minority languages are marginalized and their speakers are under pressure to shift to the dominant tongues. In the past sixty years, since around the end of World War II there have been radical reductions in speaker numbers of minority autochthonous languages, especially in Australia, Siberia, Asia and the Americas” (Austin and Sallabank, 2011, p. 1). “Reduction” is thus one of the main key-words of computational capitalism. These assertions remind what Deleuze and Guattari wrote in their brilliant analysis of linguistics in *A Thousand Plateaus* (see Aurora, 2017). “The scientific enterprise of extracting constants and constant relations is always coupled”, they affirm, “with the political enterprise of imposing them on speakers and transmitting order-words” (Deleuze and Guattari, 1987, p. 101). Indeed, from a purely linguistic point of view, there is no point in considering, for instance, British English as standard English and the so called Black-English merely as a deviation from standard English. This distinction is only a political distinction, by which, so Deleuze and Guattari (1987) write, “language is homogenized, centralized, standardized, becoming a language of power, a major or dominant language”



(p. 101). Such claims echo the famous 1945 assertion by the prominent linguist Max Weinreich (1945) – remarkably originally expressed in Yiddish, a minority language – according to which “[a] language is a dialect with an army and navy” (p. 13).

2. LANGUAGE AS A TECHNOLOGICAL TOOL: THE THEORETICAL FRAMEWORK

Within this very general scenario, the two strong claims that will be made in this paper are 1) that language is one of the primal and most powerful technological tools; 2) that language is the “technological” condition of possibility, both at a transcendental and empirical level, of every process of socialization. Combining these two claims, it is thus possible to affirm that language is the basic technology for socialization of people and things and, accordingly, that the usage of language as a tool have a necessary influence on the models of socialisation that can be produced, created, designed or programmed. As has been shown, though, in the age of computational capitalism linguistic and semiotic technologies catalysing processes of collective and social subjectifications are inhibited, as they are substituted by algorithmic and automatic encoding programs.

Before shifting to the second section of the paper, a clarification is needed. Although in the following references will be mainly addressed to verbal language, this notion needs to be understood in a broad sense, according to which language must be seen as a semiotic system, namely as a system of signs.

Of course one should now provide a definition of sign, but this would require too much space and would lead the argument too far away from the topic. So, one could stay at the common, pre-scientific and intuitive understanding of the nature of sign, according to which, a sign is an object, quality, event, or entity whose presence or occurrence indicates the probable presence or occurrence of something else; however, it is important to keep in mind that signs become elements of a language, only insofar as they form a system, namely as they are structurally organized.

As André Leroi-Gourhan has brilliantly shown, technics and language have evolved in parallel, with each enabling and responding to the other. “As soon as there are prehistoric tools”, Leroi-Gourhan (1993) writes, “there is a possibility of a prehistoric language, for tools and language are neurologically linked and cannot be dissociated within the social structure of humankind”. “Techniques”, Leroi-Gourhan (1993) writes, “involve both gestures and tools, sequentially organized by means of a 'syntax' that imparts both fixity and flexibility to the series of operations involved”. “This operating syntax is suggested by the memory and comes into being as a product of the brain and the physical environment” (p. 114). The technical object is nothing but the organized series of the necessary gestures performed to produce it in view of an end; in other terms, it is nothing but the storage of all the neural connections that have been activated to shape matter in a certain way and in view of a specific end. Thus, technical objects can be described as the outcomes of a process of “exteriorization” of memory. This process represents the condition of possibility not only of the technical object, but also of every semiotic-linguistic practice, which accordingly can be described, in this sense, as a technical object. Indeed, the possibility of *selecting* and *combining* a set of hierarchically ordinated operations in view of an end implies the agency of an original discursivity, namely of what one could call a “primal syntax”. This primal syntax is what allows to



relate and link together what is stored in memory (*ritention*, in phenomenological terms) and what is designed or projected through imagination (*protention*, in phenomenological terms). Both technical object (an arrow) and sign (for instance the word “arrow”) are exteriorized memory, insofar as they are elements in which a specific set of practices, namely a *protocol*, is stored. Thus, there cannot be technics without language – otherwise there would only be objects with a certain shape, but no technical objects in proper sense – and, in turn, no language without technics – otherwise there would only be, for instance, sounds but not words.

Technical objects and linguistic practices form then what Bernard Stiegler calls *tertiary retentions*, insofar as they allow for a cumulative spatialization and materialisation of neural-individual memory, which constitutes the very condition of possibility of all retentional and protentional capabilities and, accordingly, of consciousness itself.

Given this theoretical framework, it becomes possible to consider technological and linguistic evolution as two intertwined phenomena.

In this respect, a reference of paramount interest can be made to what French linguist Sylvain Auroux (1994) has named, with regard to the history of the evolution of language, the “automatisation”, in which, according to Auroux, we find ourselves and which sees the rise of computer based computational treatments of language. In this phase, language seems to tend to become more and more *automatic*. More specifically, the automatisation of language takes place, as this paper suggests, at three different, although closely intertwined, levels, that one can define as *simplification*, *standardisation* and *anticipation*. This process of automatisation of language seems to play a pivotal role in the transformation, which is typical of the current political-economic scenario, of knowledge into mere information and of speakers into mere customers and consumers.

By *simplification* of language, it is meant the decrease of language complexity, that is the limitation of the range of possible syntactic, morphological and semantic forms; consider, for instance, the increasing impoverishment of vocabulary or the vanishing of abstract terms or complex syntactic constructs that many languages are being subjected to due the increasing and all the more pervasive presence of automatic encoding systems in everyday life. This is particularly apparent in the domain of *machine translation*, as various researches have recently demonstrated. Beata Beigman Klebanov and Michael Flor, for instance, have shown that “the lexical tightness of human-composed texts is tighter than that of the machine translated materials; human references are tighter than machine translations” (2013, p. 27), while another recent study allows to quantify “the loss of lexical richness in Machine Translation (MT) systems compared to Human Translation (HT)” (Vanmassenhove et al., 2019, p. 222).

By *standardisation*, it is meant a process which tends to remove linguistic differences, like for instance dialects or idiolects or minority languages, and to reduce the possibilities of linguistic variation. As already suggested, “language standardisation, central to language planning and policy, is inherently ideological [...] [More specifically], standard language ideology encompasses assumptions about language correctness; belief in ‘the one best variety’; and a demotion of all (non-standard) varieties” (McLelland, 2020, p. 1-2). Standardisation leads to a gradual *reduction* of linguistic variety, of what can be called *Semio-diversity*, which usually takes the form of the death of (non-standard) languages: “the most common process leading to language death” – writes Isaac Muhte



(2016) in a paper analysing the case of Ndau dialect in the linguistic context of Shona, a Bantu language, “is one in which a community of speakers of one language becomes bilingual in another language, and gradually shifts allegiance to the second language until they cease to use their original (or heritage) language. This is a process of assimilation which may be voluntary or may be forced upon a population. Speakers of some languages, particularly regional or minority languages may decide to abandon them based on economic or utilitarian grounds, in favour of languages regarded as having greater utility or prestige” (Mhute, 2016, p. 63).

By *anticipation* it is finally meant the result of the application of technical devices which anticipate and, to some extent, prescribe the linguistic choices of the speakers. A very common example of these kind of technologies is represented by what are significantly called “predictive keyboards”, that is keyboards that suggest upcoming words for fast typing. Indeed, as a recent study has clearly shown, “writers are sensitive to these differences: when presented with predictive text suggestions, people wrote shorter and more predictable language. In short, predictive text suggestions – even when presented as single words – are taken as suggestions of what to write” (Arnold et al., p. 136). This is due to the fact that “the suggestions are, by construction, the words that are the most predictable in their context. Thus, writers who follow these suggestions may create writing that is more predictable than they would create without such suggestions” (Arnold et al., 2020, p. 128).

These three levels, namely *simplification*, *standardisation* and *anticipation* are closely intertwined. Standardisation implies and, at the same time, requires simplification and both are improved by linguistic predictive technologies; *anticipation* demands, in turn, a simplified and standardised language in order to be effective. The result of this complex linguistic device could lead to what can be called the “entropic death” of language and languages. It is not by chance that the titles of two important books by prominent linguists such as Claude Hagège and Nicholas Evans bear the title *Halte à la mort des langues* (Hagège, 2002) and *Dying words* (Evans, 2009). Indeed, the automatisisation of language seems to result in the tendency to create a unique, oversimplified, predictable and concrete language, a language that serves the purposes of global consumerist capitalism, in so far as it limits itself to the exchange of data and information and is made incapable of producing social collective meaning, namely those socialization processes which should represent the main goals of language as technology, and, accordingly, to serve as both the source and the repository of shared knowledge and common political agency.

3. LANGUAGE AND SOCIALIZATION: A RESEARCH PROGRAM

Understanding language as a technological tool for socialization clearly implies a general reconsideration of the very nature of linguistic agency and accordingly an epistemological shift both in the philosophy of language and in the scientific treatment of language, namely linguistics.

Indeed, as John E. Joseph (2006) observes in the preface of his book *Language and Politics*, “in the last two decades, applied linguistics has abandoned the structuralist view of language as a self-contained, neutral system, in favour of a conception of language as political from top to bottom, in its structure as well as its use (p. ix). The consequences of



this conceptual shift can be seen in the growing attention paid by linguistic scholars to topics like “language choice, linguistic correctness, (self-) censorship and hate speech, the performance of ethnic and national identity in language, gender politics and ‘powerful’ language, rhetoric and propaganda, and changing conceptions of written language, driven in part by technological advances (Joseph, 2007, p. ix). If we look at the *canon* of 20th-century philosophy of language though, we discover that these interconnections between language and politics have been largely neglected and this conceptual shift has been generally overlooked. If we explore the philosophical reflection on language outside the disciplinary field of classic philosophy of language instead, it is possible to recover a conceptual shift analogous to that occurred within the language sciences, that Gerald Posselt has named the “ethico-political turn” in the philosophical study of language. This ethico-political turn results, to a large extent, from the criticisms directed towards structural linguistics and its *autonomist position*, as Ranko Bugarski (1999) named it, and is thus to be found especially within the so-called post-structuralist tradition. By autonomist position, Bugarski means the view according to which linguistics should not be subordinated or linked to philology, philosophy, sociology or some other discipline, but rather considered as a self-contained science. In fact, the object of linguistics, namely the system of language, can be studied, according to this view, solely by means of a description of the differential relations between the elements of the system, that is to say linguistic signs.

It is not by chance that Saussure’s (1959) definition of language ‘presupposes the exclusion of everything that is outside its organism or system’ (p. 20). In order to clarify this point, Saussure uses a well-known analogy, comparing language to the game of chess: The fact that the game passed from Persia to Europe is external; against that, everything having to do with its system and rules is internal. If I use ivory chessmen instead of wooden ones, the change has no effect on the system, but if I decrease or increase the number of chessmen, this change has a profound effect on the ‘grammar’ of the game. (Saussure, 1959, pp. 22-23) Therefore ‘one must always distinguish between what is internal and what is external. In each instance one can determine the nature of the phenomenon by applying this rule: everything that changes the system in any way is internal’ (Saussure, 1959, p. 23). Accordingly, the science of language must necessarily exclude all the non-linguistic variables that can somehow be related to language, like ethnological, political, institutional or geographical variables, since they are ‘external’ variables and, as such, they are completely ineffective for a definition of the “forces that are permanently and universally at work in all languages” and for a deduction of the “general laws to which all specific historical phenomena can be reduced” (Saussure, 1959, p. 6).

However, although sharing a similar conceptual shift, according to which language is no more construed as autonomous but rather “political from top to bottom”, philosophers studying language usually disregard linguistic analyses and professional linguists consider philosophical reflections just as unreliable and unscientific speculations. As a result, professional linguists often combine accurate applied studies with naive epistemological and metatheoretical assumptions, whereas philosophers often conjecture the nature of language without being acquainted with the technical tools required to describe it.



This paper, by completely assuming the ethico-political turn to language defined by Gerald Posselt, aims to provide a contribution to understand “language, along with its cognitive-communicative function, in its subjectivizing and community-grounding dimension, as well as to envisage the different modes and practices by which we are constituted as epistemic, ethical and political subjects” (from the description of the research project “Language and Violence. The ethico-political turn to language after the *linguistic turn*” <http://language.univie.ac.at/about/>).

With reference to linguistics – apart from a clear and general link to pragmatics, as the subfield of linguistics which studies the way in which context influences the meaning and the structure of statements and that “requires a consideration of how speakers organize what they want to say in accordance with who they’re talking to, where, when, and under what circumstances” (Yule, 1996, p. 3) – various methodologies and perspectives need to be taken into account, which include, without being limited to: 1) *Systemic functional linguistics*, according to which “[t]he internal organization of natural language can best be explained in the light of the social functions which language has evolved to serve. Language is as it is because of what it has to do” (Halliday, 2004, p. 309), with a special focus on the notion of “regulatory function”, using Halliday’s wording, that is “the use of language to control the behaviour of others, to manipulate the persons in the environment – the ‘do as I tell you’ function” (Halliday, 2004, p. 306); 2) *Sociolinguistics* and, more specifically, the notion of “sociolinguistic variable”, that is each and every linguistic variable “which is correlated with some non-linguistic variable of the social context: of the speaker, the addressee, the audience, the setting, etc.” (Labov, 1972, p. 237); 3) *Language and gender*, with particular attention to the “dominance approach”. As Penelope Eckert and Sally McConnell-Ginet summarize, “analysts associated with a dominance framework generally argue [...] that differences between women’s and men’s speech arise because of male dominance over women and persist in order to keep women subordinated to men” (Eckert & McConnell-Ginet, 2003, p. 2); 4) *Critical Discourse Analysis*, in so far as it involves a “discourse analysis which aims to systematically explore often opaque relationships of causality and determination between (a) discursive practices, events and texts, and (b) wider social and cultural structures, relations and processes; to investigate how such practices, events and texts arise out of and are ideologically shaped by relations of power and struggles over power [...] In referring to opacity, [we are] suggesting that such linkages between discourse, ideology and power may well be unclear to those involved, and more generally that our social practice is bound up with causes and effects which may not be at all apparent” (Fairclough, 1995, pp. 132-133); 5) *Dialectology*, especially with reference to the notion of “linguistic variety” which should basically substitute that of “language”, since “[t]he term ‘language’ [...] is from a linguistic point of view a relatively non-technical term” and should therefore be replaced by the notion of “variety” in order to be able to refer “to any particular kind of language”, like for instance “Yorkshire English”, “Leeds English” or even “middle-class Leeds English” (Chambers and Trudgill, 2004, p. 5).

For what concerns philosophy, I think that useful references should be, without being limited to: 1) Michel Foucault’s archaeological approach and especially his notion of “discursive formation”, defined as a set of scientific statements, among which subsists a system of regularities governed by what Foucault names *rules of formation* which are always context-dependent. As Foucault (2002) writes, “the rules of formation are



conditions of existence (but also of coexistence, maintenance, modification, and disappearance) in a given discursive division” (p. 42). More specifically, Foucault identifies four rules of formation: 1) *Rules of formation of objects*; 2) *Rules of formation of enunciative modalities*; 3) *Rules of formation of concepts*; 4) *Rules of formation of strategies* (see Foucault, 2002); 2) Deleuze and Guattari’s (1987) philosophy of linguistics, as developed in the fourth chapter of *A Thousand Plateaus*, where they try to define a sort of prolegomena to a new linguistics, grounded on the refusal of what they call, with a certain degree of arbitrariness, the four “postulates of linguistics”, and on the replacement of the notion of “structure” with that of “machine”, which is clearly a technological notion, and on the primacy of Pragmatics and, moreover, on the replacement of the notions of “subject of the statement” and “subject of enunciation” with the concept of “collective assemblage of enunciation”, which presupposes the fact that a fully individual – not social in nature – statement is in the end impossible; 3) Derrida’s deconstructive approach, which “questions whether the reasons for imposing a theoretical division between the normal case and the deviation are theoretically justified”. Indeed, as Johan Blomberg (2016) observes “a general semiotic theory cannot”, according to Derrida, “merely dismiss different kinds of discourses as marginal cases and by extension demote them as less relevant. The deconstructive approach would prefer to understand why such distinctions are *imposed* and also to trace the consequences of avoiding them” (Blomberg, 2016, p. 51, italics mine).

4. CONCLUDING REMARKS

In order to conclude, some brief remarks are needed, that basically sum up the core ideas expressed in the paper. Language is a technological tool, since it is the outcome of a process of exteriorisation of a set of intentional practices; indeed, this process of exteriorisation of a protocollar syntax is semiotic in nature, insofar as it socialize intentionality; thus, language as technology and technology as language are ways of socialize consciousness, namely of inserting it in a network of relations with people and things which are external to it; language and technology are really “functioning”, then, when they enable social relations, by collectivising consciousness and producing a sort of social intelligence as well as an increase of complexity; on the other hand, language and technology are not “functioning” when they hinder socialization, privatise consciousness and reduce complexity; this concept of language requires a reconsideration of the ways in which linguistics and philosophy of language understand semiotic practices and demands a shift from an “autonomist view” to a “political view” of language, a shift which should allow to interpret the contemporary political scenario and to react to the risk of an “entropic death” of human symbolic capabilities.

REFERENCES

- Arnold, K. C., Chauncey, K., & Gajos, K. Z. (2020). Predictive Text Encourages Predictable Writing. In *25th International Conference on Intelligent User Interfaces* (pp. 128-138). ACM. <https://doi.org/10.1145/3377325.3377523>
- Aurora, S. (2017). From Structure to Machine. Deleuze and Guattari’s Philosophy of Linguistics. *Deleuze and Guattari Studies*, 11(3), 405-428.
- Auroux, S. (1994). *La révolution technologique de la grammatisation*. Mardaga.



- Austin, P. K., & Sallabank, J. (eds.), (2011). *The Cambridge Handbook of Endangered Languages*. Cambridge University Press.
- Blomberg, J. (2016). How can Linguistic Meaning be Grounded – in a Deconstructionist Semiotics?. *Public Journal of Semiotics*, 7(1), 43-58. <https://doi.org/10.37693/pjos.2016.7.15966>
- Bugarski, R. (1999). The Autonomy of Linguistics: Saussure to Chomsky and Beyond. In S. Embleton, J. E. Joseph and H.-J. Niederehe (Eds.), *The Emergence of the Modern Language Sciences. Volume 2: Methodological Perspectives and Applications* (pp. 29-41). John Benjamins.
- Chambers, J. K., & Trudgill, P. (2004). *Dialectology*. Cambridge University Press.
- Deleuze, G., & Guattari, F. (1987). *A Thousand Plateaus. Capitalism and Schizophrenia*. University of Minnesota Press.
- Eckert, P., & McConnell-Ginet, S. (2003). *Language and Gender*, Cambridge University Press.
- Evans, N. (2009). *Dying Words . Endangered Languages and What They Have to Tell Us*. Wiley-Blackwell.
- Fairclough, N. (1995). *Critical Discourse Analysis: The Critical Study of Language*. Longman.
- Foucault, M. (2002). *The Archaeology of Knowledge*. Routledge.
- Hagège, C. (2002). *Halte à la mort des langues*. Odile Jacob.
- Halliday, M. A. K. (2004). The Functional Basis of Language. In *On Language and Linguistics* (pp. 298-323). Continuum.
- Kaplan, F. (2014). Linguistic Capitalism and Algorithmic Mediation. *Representations*, 127(1), 57-63. <https://doi.org/10.1525/rep.2014.127.1.57>
- Klemanov, B. B., & Flor, M. (2013). Associative Texture is Lost in Translation. In *Proceedings of the Workshop on Discourse in Machine Translation (DiscoMT)* (pp. 27-32). Association for Computational Linguistics. <http://www.mt-archive.info/10/DiscoMT-2013-Klebanov.pdf>
- Joseph, J. E. (2006). *Language and Politics*. Edinburgh University Press.
- Labov, W. (1972). *Sociolinguistic Patterns*. University of Pennsylvania Press.
- Lerou-Ghouran, A. (1993). *Gesture and Speech*. The MIT Press.
- McLelland, N. (2020). Language standards, standardisation and standard ideologies in multilingual contexts. *Journal of Multilingual and Multicultural Development*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/01434632.2019.1708918>
- Mhute, I. (2016). Standardisation a Considerable Force behind Language Death: A Case of Shona. *Journal of Education and Practice*, 7(9), 62-65.
- Rouvroy, A., & Berns, T. (2013). Algorithmic governmentality and prospects of emancipation. Disparateness as a precondition for individuation through relationships? *Reseaux*, 177(1), 163-196. (E. Libbrecht, Trans.).
- Saussure, F. de (1959). *Course in General Linguistics*, The Philosophical Library.
- Stiegler, B. (2016). *Automatic Society. Volume I. The Future of Work*, Polity Press.
- Vanmassenhove, E., Shterionov, D., & Way, A. (2019). Lost in Translation: Loss and Decay of Linguistic Richness in Machine Translation. In *Proceedings of Machine Translation Summit XVII, Volume 1: Research Track* (pp. 222-232). European Association for Machine Translation.



- Weinreich, M. (1945). Der YIVO un di problemen fun undzer tsayt. *Yivo-bleter*, 25(1), pp. 3-18.
- Yule, G. (1996). *Pragmatics*. Oxford University Press.



First and Last Things: The Signatures of Visualization-Artists

Alfred Nordmann (✉) 

Darmstadt Technical University, Karolinenplatz 5, Darmstadt, 64289, Germany

nordmann@phil.tu-darmstadt.de

Abstract

Nanotechnology began for real when Don Eigler and Erhard Schweizer used 35 xenon-atoms to spell the name of their sponsor “IBM.” The resulting image has since been called “The Beginning” and, indeed, physical processes at the molecular level have since been used countless times to write the names of laboratories and sponsors and sometimes logos (including, of course, the White House and the American Flag). Indeed, when we conquer new territory, we tend to mark our presence and produce a souvenir of it by carving our name. But the first things we do may express our final purposes and thus already anticipate the last things we do. By signing their names as artists do, nanoscale researchers have claimed not only specific accomplishments but also their proximity to the arts – they are embarking on an explicitly creative project, namely to shape the world atom by atom in their own image.

Keywords: Molecular writing, Signatures, Names, Theoretical understanding and technical control, Willfulness

Аннотация

Нанотехнологии начались по-настоящему, когда Дон Эйглер и Эрхард Швейцер использовали 35 атомов ксенона, чтобы написать имя своего спонсора “IBM”. Полученное изображение с тех пор было названо “Начало”, и, действительно, физические процессы на молекулярном уровне с тех пор использовались бесчисленное количество раз для написания названий лабораторий и спонсоров, а иногда и логотипов (включая, конечно, Белый дом и американский Флаг). В самом деле, когда мы завоевываем новые территории, мы стремимся отметить свое присутствие и изготовить на память о нем свое имя. Но первое, что мы делаем, может выражать наши конечные цели и, таким образом, уже предвосхищать наши последующие поступки. Подписывая свои имена, как это делают художники, нано-исследователи заявляют не только о конкретных достижениях, но и о своей близости к искусству – они приступают к явно творческому проекту, а именно к формированию мира атом за атомом по своему собственному образу.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



First and Last Things: The Signatures of Visualization-Artists

1

I.

On February 23, 1778 Göttingen physicist Georg Christoph Lichtenberg reports in a letter a curious experiment he had conducted. Basis for the experiment was a recently discovered phenomenon, the so-called Lichtenberg Figures (Hamanaka, 2015). The figures result when dust is sprinkled on the site of an electric discharge into a resin cake. The dust does not distribute evenly but displays a fascinating branching pattern. Moreover, the patterns are significantly different for discharges of positive and negative electricity. Initially, therefore, Lichtenberg esteemed them for their theoretical significance, expecting that his discovery might turn out to be decisive for the ongoing dispute about the nature of electric charge and the number of electric fluids (the question of the dispute was whether positive and negative electric charge represent excess and lack of a single fluid, or whether it is the manifestation of two counteracting fluids).

Lichtenberg's expectation remained unfulfilled and his figures unexplained until well into the 20th century. This is not to say, however, that his figures remained inconsequential. Numerous trajectories lead into the present. Only one of these proved to be theoretically significant. Lichtenberg's discovery did not decide the dispute and yet made it go away: In order to recommend his discovery to the warring parties, Lichtenberg introduced the formal notation of "+E" and "-E" either to indicate excess and lack of charge or as names for the two electric fluids. The availability of this neutral terminology allowed theorists and experiments to keep working without settling the issue (Nordmann, 1999, 2003).

With the theoretical potential of his discovery quickly exhausted, what remained was the fascination with the phenomenon and the question of its technical possibilities. This fascination owes on the one hand to the aesthetic appearance of the figures and that is often how they are discussed – as a boundary object, even trading zone between physics and aesthetics (for example, Kliche, 2003). Ultimately, the source of the fascination lies deeper. Martin Kemp identified it as follows:

There is something compelling about a phenomenon that can inscribe itself, drawing its own diagram through the direct visual recording of traces of its activity. We are familiar with these kinds of traces in the cloud and bubble chambers of atomic science, but the idea that the unseen forces of nature might reveal their actions through visible

¹ This paper dates back to (Nordmann 2006a) and its companion piece (Nordmann 2006b). It thus originated under the impression of the overblown claims and expectations that were made in its early years on behalf of nanotechnology. This is not to say, however, that the paper lost its significance. Not only did the overblown claims of nanotechnology prepare the ground for a transformation of research culture which calls for a philosophy of technoscience - to which this paper makes a contribution. Furthermore, the practice described here can also be found among designers of computer chips. It is currently rampant in genetic engineering and synthetic biology with researchers encoding texts in genes. Most famously, perhaps, when Craig Venter created the „first synthetic life form“ he encoded in it a quote by Richard Feynman which is a credo of technoscience: „What I cannot create, I do not understand“ (Ewalt, 2011).



traces has a much longer history. Acoustics was probably the first field to visualize such forces. As early as 1680, Robert Hooke studied wave formations in flour on glass plates agitated by a violin bow. This began a tradition of materializing sound that passed via Ernst Chladni in 1787 and Hermann von Helmholtz to modern oscilloscopes. But nowhere were the results of direct transcription more spectacular than in the new science of electricity in the late eighteenth century. Working at the University of Göttingen, Germany, as professor of physics, Georg Christoph Lichtenberg stumbled across the explosively beautiful dendritic structures of electrical discharge that still bear his name. (Kemp, 2005)

The "direct transcription" of the Lichtenberg figures differs from bubble chambers on the one hand, from Chladni's acoustic figures on the other hand in that the observer does not witness how a physical process produces a trace but, instead, how the already inscribed, now static trace of the process is made visible by the dust which yields a permanently fixed image. Indeed, one can make a print of the Lichtenberg figures by lifting them off with an appropriately treated sheet of paper. And even after it has been removed, new dust can be sprinkled on the resin again and the same pattern will emerge. Especially Adolf Traugott von Gersdorf saw in this a new technique for printing and Chester Carlson, the inventor of xerography cited the Lichtenberg figures as a precursor (see Baird and Nordmann, 1994; Carlson, 1965; Herrmann, 2016).

Lichtenberg himself had nothing to do with and apparently no interest in such technical applications. And yet, though he insisted that these phenomena do not belong to the class of electrical amusements but allow the study of the nature and motion of electrical fluids (Lichtenberg, 1779), instead of studying the motion of electrical fluids he ended up with a focus on expanding his capacity to control that motion. He reported a particular achievement of control in that letter of February 1778. He tells of a fairly large lecture and how he became emboldened by his own capacity to spite the humidity in the room and succeed with the majority of experiments.

When I said that I would now write in a single motion a GR that even Franklin would respect, you should have seen how everyone was rooting for me, and when I succeeded without a glitch, some applauded in amazement. (Lichtenberg, 1983, no. 450, compare the letter of March 15)

During a time when the great electrician and American revolutionary Benjamin Franklin was disrespectful of Georgius Rex or George III of England, the Göttingen professor, British subject, and teacher of GR's sons wrote the initials of his king and employer in a manner that even Franklin would respect.² He wrote this by spraying electrical charge from a modified Leyden Jar directly onto the resin cake (alternatively, the discharge could be guided along a metal chain or into a cookie-cutter form that was sitting on the cake). To be sure, this was by no means the only name that Lichtenberg wrote, but it is the one that was included on the plate "Lichtenberg Figures" of the *Encyclopedia Britannica* (Beuermann, 1992, p. 352).

² Göttingen belonged to Hannover and George III was one of the British kings from the "House of Hannover."



II.

If there were a general motto that would at once account for and justify Lichtenberg's approach that saw him writing the name of his king, it would be one of Lichtenberg's own aphorisms: "One has to make something new in order to see something new (*Man muss etwas Neues machen, um etwas Neues zu sehen*)" (Lichtenberg, 1973/1975, SB 2, J 1770). Arguing for Lichtenberg's continued relevance for modern science, the physicist Peter Brix noted in 1992:

Also the nobel-laureates for physics in 1986, Gerd Binnig and Heinrich Rohrer, have "made something new to see something new": With their scanning-tunneling microscope (as small as a matchbox) one can see single atoms on the surface of solid bodies and now one can even re-position them. (Brix, 1992, p. 404)

Brix is here referring to an accomplishment that, once again, consisted in writing the name of one's employer instead of announcing a hypothesis or testing a theory. In 1990, Don Eigler and Erhard Schweizer had reported that they had used "the STM at low temperatures (4K) to position individual xenon atoms on a single-crystal nickel surface with atomic precision" (1990). To demonstrate their achievement of control, they famously used the individual xenon atoms to spell the letters "IBM." An explanation for this choice was offered on the website of Eigler and Schweizer's laboratory:

Artists have almost always needed the support of patrons (scientists too!). Here, the artist, shortly after discovering how to move atoms with the STM, found a way to give something back to the corporation which gave him a job when he needed one and provided him with the tools he needed in order to be successful.³

Whether or not this is really why Eigler and Schweizer (1990) chose to spell "IBM," it includes a telling rhetorical move: Scientists are like artists in that they need the support of patrons, but the accomplishment of writing with atoms is that of an artist. At this point, an even more telling twist came in: In IBM's web-gallery of STM-images, the writing of „IBM“ appeared as an artwork on the virtual wall, and the title of that artwork was "The Beginning." However, artisans and artists sign their names to a work (or write a dedication to their patrons) only when that work is done. So perhaps this signature to IBM's accomplishment marks a beginning that is already a kind of end, for example, a proof of concept that heralds the fulfillment of the technoscientific promise of nanotechnology.

Indeed, that is how this "Beginning" has been read from the beginning – as proof that atoms can be moved at will. Some, including Eric Drexler himself, took this to mean that the realization of the outlandish Drexlerian vision of „molecular assemblers“ was from now on only a matter of time (Baird and Shew, 2004, p. 153). All you could hope for from nanotechnology appeared to be manifested by the achievement of control that consisted in doing something as arbitrary as writing in atomic or molecular fashion one's name or the name of one's lab. On the one hand, this supposition was confirmed by nanotechnological practice and rhetoric which produced countless ways of writing a name

³ This website no longer exists: www.almaden.ibm.com/vis/stm/gallery. Some of it - though not the STM gallery or this quote - was archived at www.ibm.com/ibm/history/exhibits/vintage/vintage_technology.html, compare (Nordmann and Bylieva, 2021).



or drawing a picture.⁴ On the other hand, this supposition is denied by most researchers, including Don Eigler himself, especially when it was said to include Drexler's incredible vision (Hennig, 2004). For obviously, "nudging along an atom that skates on the surface without any propensity to engage with the substrate is comparatively easy; picking up a chemically active atom and placing it somewhere in a huge chemically active three-dimensional molecule is completely different" (Hessenbruch, 2004, p. 141). The impasse between simultaneous confirmation and denial shows that Eigler's "Beginning" became burdened by an excess of meaning when it was declared to herald the fulfillment of nanotechnology's promise.

III.

While this reading and the associated impasse is familiar enough, there is a more interesting, perhaps deeper sense in which the auspicious beginning of writing one's name gestures at the purpose or end of controlling the world at the nanoscale. It emerges from a consideration of instrument makers and experimentalists as a craft elite that has a long tradition of demonstrating precision by writing in ever smaller print (Ditzen, 2005). In this tradition, the willful virtuosity of the artist is the ultimate proof of the achievement of technical control. Indeed, as Cyrus Mody (2004) has pointed out,

[a]s artisans, some positioned themselves as a craft elite within the probe microscopy community. Through spectacular images (such as Eigler's atomic corrals), they generate much of the publicity [and] take on leadership roles. (p. 128)

A more detailed reconstruction would consider the signature as a "boundary practice" between art and science. The painter and the nanotechnological visualization artist share with artists like Albrecht Dürer, Marcel Duchamp, and Ben Vautier the ambition to write their name as no one has ever written their name before. When Duchamp signs a found object, he does not thereby claim that he is the author or creator of that object, but he does claim authorship of his putting his name just there, of claiming that object for art (Dörstel, 2001, p. 311). His signature seals an act of appropriation – and this holds clearly for the territorial ambitions of those who claim the nanocosm (Nordmann, 2004).

Further dimensions of meaning can only be suggested here (compare Nordmann, 2006a):

- 1) as in art, so in the visualization practice of nanotechnology, the signature represents the unmistakable originality of a way of doing things;
- 2) it signifies a proprietary claim to intellectual ownership as does the signature on a deed that certifies ownership of land or privilege of trade;
- 3) it marks a moment of closure within the fluidity of the creative process;
- 4) it serves as a trace of personal presence; not unlike a photograph of herself that a tourist brings home from an exotic destination, the signature is testimony of an achievement on a canvas, at the nanoscale or some other exploration;
- 5) to the extent that names are purely conventional and that writing them is an arbitrary expression of a willful personality, the signature asserts human freedom as

⁴ For another example of this - using atoms to produce the Japanese sign for „atom“ - see Nordmann and Bylieva (2021).



against the determination inherent in the mere expression of nature and the unfolding of natural processes;

6) like scratching one's name in the bark of a tree, the signature represents an original or archaic act that precedes and, as it were, announces the achievement of further, perhaps more differentiated competencies, and finally of cultivating what has been claimed in the original act of appropriation - the signature is a promise to oneself and to others of what is to come;

7) the signature shares with all writing a combinatorial capacity, it is composed of elements that constitute a significant whole; the person who produces a sentence knows how to combine signs just as the person who produces a machine knows how to combine gears and levers (Hamilton, 2001, Nordmann, 2020); this combinatorial capacity is imposed on the material as it is in supramolecular "designs" of chains, baskets, rotors: compositional elements are physically and chemically inscribed into nature (Schummer, 2005);

8) finally, the signature is a sign of the artist; by signing their names or the names of their laboratories, nanoscale researchers explicitly claim for themselves that they are creatively shaping the world.

IV.

By arriving thus at the proximity not of science and art but of the nanoscale researcher or genetic engineer and the artist, it becomes possible to diagnose the technoscientific conceit of nanotechnology or synthetic biology, namely the conceit to recreate the world in our own image. In particular, it allows us to better understand the historical transformations that led from the Lichtenberg Figures to the IBM-logo. Of course, one conceptual bridge between 18th century electrophore and 1980s STM was already mentioned above. It consisted in Lichtenberg's motto that "we must make something new before we can see something new."

The program, if not the practice of nanotechnology is often traced to Richard Feynman's visionary call that we must make new microscopes in order to see and explore that there is "plenty of room at the bottom":

[T]here is a device on the market, they tell me, by which you can write the Lord's Prayer on the head of a pin. But that's nothing; that's the most primitive, halting step in the direction I intend to discuss. [...] *Why cannot we write the entire 24 volumes of the Encyclopedia Britannica on the head of a pin?* (Feynman, 1960, p. 22; compare Ditzen, 2005)

In the same year as Feynman articulated the physicist's vision of miniaturization down to the nanoscale by mechanical means, the chemist Arthur von Hippel published *Molecular Science and Molecular Engineering* (Hippel, 1959) which was followed, in 1965, by *The Molecular Designing of Materials and Devices* (Hippel, 1965). Von Hippel is only one among several scientists who are not normally recognized as "founding fathers" of nanotechnology even though his program and influence clearly entitles him to the claim. In his autobiography, he accounts for the creation at MIT in 1956 of a "Summer Session Course on Molecular Engineering":

When I first started my investigations of cathodic sputtering and electrical breakdown in gases, liquids and solids, the formation and properties of materials were generally



described by thermodynamic-statistical approaches and by the phase diagrams of physical chemistry. The data were tabulated and accepted as prescribed by nature. Now, we asked more and more insistently how and why these phenomena happen and how they could be influenced by molecular changes. (Hippel, 2000, p. 10)

While this insistent questioning "ranged from the formation and structure of atoms and molecules through the designing of liquids and solids, including their electric and magnetic properties, explosions and breakdown to the air vehicles of the future," it had begun with "investigations of cathodic sputtering and electrical breakdown in gases, liquids and solids" and thus with Lichtenberg Figures (Merrill and Hippel, 1939):

Lightning recorded as Lichtenberg figures transforms terror into enchantment. The genesis of complex phenomena unfolds in beautiful designs studied by scientists in puzzled contemplation.⁵ In these images, electronic excitation and ionization, the release of charge carriers from surfaces and gases, their cumulative action and re-absorption, the effects of space charges and of field distortion all can be studied in detail. And, in principle, the way is open to extend these studies from gases to liquids and solids. (Hippel, 1982, p. 6)

According to von Hippel, the war interrupted his work on Lichtenberg figures "with its urgent demands" and thus left him "with many beautiful pictures still on hand that might be enjoyed by the lay person as 'art in science'" (Hippel, 1982, p. 2). But after the war, von Hippel's work would take on a new purpose. He would no longer tabulate, record, or simply accept what is „prescribed by nature.“ He would now explore how he could influence the organization of matter by molecular changes and the design of electric properties. Hippel thus continued the work of transforming "terror into enchantment."⁶ The figure of the nanotechnologist as artist can be completed by researchers who self-consciously produce and market art-works. One of them is Harvard physicist Eric Heller who continues where Lichtenberg and von Hippel leave off.⁷ A some-time collaborator of Don Eigler, Heller produced a branching pattern not at all unlike Lichtenberg figures when he launched 100,000 electrons in a computer simulation and followed their tracks across a sheet of charged atoms. The resulting image Electron IV graced the title page of scientific journals, numerous funding applications and promotional brochures for nanotechnology, they were for sale as archival and museum quality prints, and are still exhibited as artworks.⁸ And the physical scientist and artist Eric Heller has gone on to study the history of phenomena that inscribe themselves, a study that has taken him back to Chladni and his acoustic waves.

REFERENCES

Baird, D. & Nordmann, A. (1994). Facts-Well-Put. *British Journal for the Philosophy of Science*, 45, 37-77.

⁵ Here, von Hippel refers to a woodcut by M.C. Escher which the artist contributed to (Hippel, 1965).

⁶ The story goes on from here. In 2005, von Hippel's son Eric published a book that expresses the technoscientific mindset, and one of his father's striking Lichtenberg Figures dramatically appears on the cover of *Democratizing Innovation* (von Hippel, 2005).

⁷ For other examples see (Nordmann, 2006a) and (Nordmann, 2006b).

⁸ <https://ejheller.jalbum.net/>



- Baird, D. & Shew, A. (2004). Probing the History of Scanning Tunneling Microscopy. In D. Baird, A. Nordmann, & J. Schummer (eds.), *Discovering the Nanoscale* (pp. 145-156). Amsterdam: IOS Press.
- Beuermann, G. (1992). 'Sie schwänzten aber jetzt schon bis es blitzt und donnert': Physikprofessor - Lichtenbergs Beruf ['They are skipping class already until there is lightning and thunder': Professor of Physics - Lichtenberg's profession]. In *Georg Christoph Lichtenberg: Wagnis der Aufklärung* (exhibition catalog) (pp. 346-364). Hanser.
- Brix, P. (1992). 'Vermächtnisse': Physikprofessor - Lichtenbergs moderne 'Fragen über die Physik' ['Legacies': Professor of Physics - Lichtenberg's Modern 'Questions about Physics']. In *Georg Christoph Lichtenberg: Wagnis der Aufklärung* (exhibition catalog) (pp. 397-404). Hanser.
- Carlson, C. (1965). History of Electrostatic Recording. In H. Clark (Ed.), *Xerography and Related Processes*. Focal Press.
- Ditzen, S. (2005). Writing the Lord's Prayer and the Tip in the History of Small Scale Manipulation. In *Conference Proceedings on Imaging NanoSpace* (pp. 59-62). Bielefeld.
- Dörstel, W. (2001). Die Signatur entwertet [The signature devalues]. In S. Anna, W. Dörstel & R. Schultz-Müller (Eds.) *WertWechsel: Zum Wert des Kunstwerks* (pp. 295-335). Walther König.
- Eigler, D., & Schweizer, E. (1990). Positioning Single Atoms With a Scanning Tunneling Microscope. *Nature*, 344, 524-526. <https://doi.org/10.1038/344524a0>
- Ewalt, D. (2011, March 14). Craig Venter's Genetic Typo. *Forbes Magazine*. <https://www.forbes.com/sites/davidewalt/2011/03/14/craig-venters-genetic-typo/?sh=57651e7c7f07>
- Feynman, R. (1960). There's Plenty of Room at the Bottom. *Engineering and Science*, 23, 22-36. <https://calteches.library.caltech.edu/1976/1/1960Bottom.pdf>
- Hamanaka, H. (2015). *Erkenntnis und Bild: Wissenschaftsgeschichte der Lichtenbergischen Figuren um 1800* [Knowledge and image: the history of science of the Lichtenberg figures around 1800]. Wallstein.
- Hamilton, K. (2001). Wittgenstein and the Mind's Eye. In J. C. Klagge, (Ed.), *Wittgenstein: Biography and Philosophy* (pp. 53-97). Cambridge University Press.
- Hennig, J. (2004). Vom Experiment zur Utopie: Bilder in der Nanotechnologie [From Experiment to Utopia: Images in Nanotechnology]. *Bildwelten des Wissens*, 2(2), 9-18.
- Herrmann, C. (2016). *Das Physikalische Kabinett zu Görlitz und das wissenschaftliche Vermächtnis des Adolph Traugott von Gersdorf* [The Physical Cabinet of Görlitz and the scientific legacy of Adolph Traugott von Gersdorf]. Oettel.
- Hessenbruch, A. (2004). Nanotechnology and the Negotiation of Novelty. In D. Baird, A. Nordmann, & J. Schummer (Eds.), *Discovering the Nanoscale* (pp. 135-144). IOS Press.
- Hippel, A. von (Ed.) (1959). *Molecular Science and Molecular Engineering*. The Technology Press; John Wiley & Sons.
- Hippel, A. von (ed.) (1965). *The Molecular Designing of Materials and Devices*, M.I.T. Press.



- Hippel, A. von with Merrill F. R. (1982). Lightning Strokes in Other Worlds: The Wonders of Lichtenberg Figures. *Arthur von Hippel Memorial Website of the Materials Research Society*. <http://vonhippel.mrs.org/>
- Hippel, A. von (2000). Materials Design and Molecular Understanding: A Scientific Autobiography. *The Arthur von Hippel Memorial Website of the Materials Research Society*. <http://vonhippel.mrs.org/>
- Hippel, E. von (2005) *Democratizing Innovation*. MIT Press.
- Kemp, M. (2005). Trees of Knowledge: Georg Lichtenberg Visualized a New Branch of Science. *Nature*, 435, 888. <https://doi.org/10.1038/435888a>
- Kliche, D. (2003). Lichtenbergsche Figuren: Physik und Ästhetik [Lichtenberg figures: physics and aesthetics]. *Trajekte: Zeitschrift des Zentrums für Literaturforschung Berlin*, 6, 35-37.
- Lichtenberg, G. C. (1779). Zweite Abhandlung über eine neue Methode, die Natur und die Bewegung der elektrischen Materie zu erforschen [Second treatise on a new method of studying the nature and motion of electrical matter]. In *Commentationes Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis, Classis mathematicae, tomus I, ad annum 1778* (pp. 65-79). Johann.
- Lichtenberg, G. C. (1973/1975). *Sudelbücher* [Wastebooks]. Hanser.
- Lichtenberg, G. C. (1983). *Briefwechsel* [Correspondence]. In U. Joost & A. Schöne (Eds.), vol. 1. Beck.
- Merrill, F. H. & Hippel, A. von (1939). The Atomphysical Interpretation of Lichtenberg Figures and Their Application to the Study of Gas Discharge Phenomena. *Journal of Applied Physics*, 10, 873-887. <https://doi.org/10.1063/1.1707274>
- Mody, C. (2004). How Probe Microscopists Became Nanotechnologists. In D. Baird, A. Nordmann, & J. Schummer (Eds.), *Discovering the Nanoscale* (pp. 119-134). IOS Press.
- Nordmann, A. (1999). Establishing Commensurability: Intercalation, Global Meaning, and the Unity of Science. *Perspectives on Science*, 7(2), 181-195. <https://doi.org/10.1162/posc.1999.7.2.181>
- Nordmann, A. (2003) "From 'Electricity minus' to '-E': Attempts to Introduce the Concept of Negative Magnitude into Worldly Wisdom," in Fabio Bevilacqua and Lucio Fregonese (eds.) *Nuova Voltiana: Studies on Volta and his Times* (vol. 5, pp. 1-13). Università degli Studi/Hoepli.
- Nordmann, A. (2004). Nanotechnology's Worldview: New Space for Old Cosmologies. *IEEE Technology and Society Magazine*, 23(4), 48-54. <https://doi.org/10.1109/MTAS.2004.1371639>
- Nordmann, A. (2006a). Vor-Schrift – Signaturen der Visualisierungskunst [Pre-script - signatures in the art of visualization]. In W. Krohn (ed.), *Ästhetik in der Wissenschaft: Interdisziplinärer Diskurs über das Gestalten und Darstellen von Wissen* (pp. 117-129). Felix Meiner.
- Nordmann, A. (2006b). Collapse of Distance: Epistemic Strategies of Science and Technoscience. *Danish Yearbook of Philosophy*, 41, 7-34. https://doi.org/10.1163/24689300_0410102
- Nordmann, A. (2020). The Grammar of Things. *Technology and Language*. 1(1), 85-90. <https://doi.org/10.48417/technolang.2020.01.18>



- Nordmann, A., & Bylieva, D. (2021). In the Beginning was the Word. *Technology and Language*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.48417/technolang.2021.01.01>
- Schummer, J. (2005). Making Molecules Look Like Machines [Paper presentation]. *Conference on Imaging NanoSpace*. Bielefeld.



Psychological Features of the Regulative Mechanisms Emerging in Digital Space

Nadezhda N. Pokrovskaya^{1,2}  and Artem V. Tyulin³ 

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia (St. Petersburg), St. Petersburg, Moyka emb. 48, 191186, Russia

² St. Petersburg Electrotechnical University "LETI", St. Petersburg, Professor Popov str., 5, 197376, Russia

³ Leningrad State University named after Alexander Pushkin, St. Petersburg sh. 10., Pushkin, 196605, Russia,

nnp@spbstu.ru

Abstract

Since the Spring of 2020 and due to the Pandemic, the massive transition to online spaces has magnified the issue of the influence of digital regulation on the choice of behavior on the Internet as a special cultural and symbolic environment. The article presents a theoretical analysis of regulatory mechanisms in the digital environment. It discusses the main problem of choosing behavioral models in cyberspace. The purpose of the research is thus to systematize psychological approaches to the study of the regulation of human behavior as it is translated to the digital environment. The research was carried out by a qualitative methodology of discussions among teachers and students. Three problem areas of behavior regulation were identified, namely the acceptance of responsibility, the externalization of motivation, and the simplification of choice. These are reflected in the evolution of regulatory mechanisms for the formation of value judgments, the fragmentation and breaking of chains of activity, and the feedback system or social control which acquire a quantitative dimension in digital space. The limitations of the results obtained are due to the qualitative methodology that was adopted for the empirical part of the research, that is, with its concentration on the educational sphere, with the period of the pandemic and with the stress that was due to the overall transition to online learning. Conceptually, however, there are social implications in regard to the discovery of public or state interventions, especially the regulation of activity of social media, of institutions functioning online and of individual and group (households, institutions) users. The original value of the research relates to the systemic analysis of psychological approaches to the problem areas of regulation of human behavior in digital space. The study substantiates the need for independent regulatory activity as a special type of governance of behavior in the digital environment, contradicting the "Google doctrine" that presupposes natural self-regulation and self-organization on the Internet.

Keywords: Digital society; Regulation; Psychology; Personal development; Behavior



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Психологические вопросы формирования регулятивных механизмов в цифровой среде

Надежда Николаевна Покровская^{1, 2}  и Артём Викторович Тюлин³ 

¹ Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена (РГПУ), наб. Мойки, 48, Санкт-Петербург, 191186, Россия,

² Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” им. В.И. Ульянова (Ленина), ул. Профессора Попова, д. 5, Санкт-Петербург, 197376, Россия

³ Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина, Петербургское шоссе, д.10 лит. А, г. Пушкин, Санкт-Петербург, 196605, Россия

nnp@spbstu.ru

Аннотация

Массовый переход в онлайн-пространство в связи с пандемией весны 2020 г. актуализировал вопрос влияния цифровой регуляции на выбор поведения в сети Интернет как особой культурно-символической среде. В статье представлены результаты теоретического анализа регулятивных механизмов в цифровой среде и обсуждения с участниками образовательного процесса основных проблемных зон выбора поведенческих моделей в виртуальном мире кибер-пространства. Цель исследования – систематизировать психологические подходы к изучению регуляции поведения человека в цифровой среде. На основе анализа кейсов и дискуссий среди преподавателей и студентов, выявлены три проблемные зоны регуляции поведения, связанные с принятием ответственности, экстернализацией мотивации и упрощением выбора, которые отражаются в эволюции регулятивных механизмов формирования ценностных суждений, фрагментировании и разрыве цепочек деятельности и системы обратной связи, социального контроля, которые в цифровом пространстве приобретают количественное измерение. Результаты исследования ограничены качественной методологией, реализованной для эмпирической части исследования, спецификой восприятия респондентов из сферы образования, с моментом проведения исследования в период пандемии и стресса респондентов в связи с переходом к массовому онлайн-обучению. С позиций социального благополучия, обоснована необходимость поиска общественного и государственного воздействия на регулирование деятельности социальных сетей, институтов, функционирующих в сети, а также индивидуальных и групповых (например, домашних хозяйств) пользователей. Оригинальность исследования состоит в системном анализе психологических подходов к проблемным областям регулирования поведения человека в цифровом пространстве. Исследование позволило обосновать целесообразность самостоятельной регулятивной деятельности как особого вида регуляции поведения в цифровой среде, что противоречит “гугл-доктрине”, предполагающей естественную саморегуляцию и самоорганизацию в сети Интернет.

Ключевые слова: Цифровое общество; Регуляция; Психология; Развитие личности; Поведение



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Психологические вопросы формирования регулятивных механизмов в цифровой среде

ВВЕДЕНИЕ

Психологический подход к изучению регуляции поведения ориентирован на развитие человека в среде, в которой происходит осознанная жизнедеятельность. Цифровая среда обладает спецификой, требующей изучения особых механизмов регуляции поведения. С первых лет применения вычислительной техники были обнаружены специфические социально-психологические эффекты, в частности, особенности регуляции коллективного и индивидуального поведения (включая сопротивление, анонимность, биполярность, и пр.). Социальная изоляция 2020 г. актуализировала изучение особенностей регуляции поведения с точки зрения перехода от языковой системы, обслуживающей действительность, к виртуальной модели, заменяющей действительность, и применения психологического подхода к формированию регулятивных механизмов в цифровой среде игры и творчества с учетом специфики кибер-пространства и цифровой символической системы.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Вопросы регуляции поведения в виртуальном мире изучались достаточно давно и с содержательной, и с технической точек зрения (Артеменков, 2020). Виртуальное понимается как возможное в философской традиции и как воплощенное в текстах литературы и др. формах искусства, в символическом содержании разработок для вычислительной техники (компьютерных игр, приложений, дополненной реальности и т.п.) в технологических подходах.

С содержательных позиций, для понимания специфики регуляции поведения в киберпространстве интересны рассуждения о виртуальном Аристотеля (Aristotle, ca. 350 B.C.E./2009) и Фомы Аквинского (Aquinas, ca 1274/2017), размышления о пещере и эйдосах Платона (Plato, 365 B.C.E./ 2021) и идолах познания Ф. Бэкона (Bacon, 2004), о воображении Д. Юма (Hume, 1739, pp. 50-88) и фантазии Г. Гегеля (Hegel, 1807/2019), симуляции Ж. Делёза (Deleuze, 2013) и гиперреальности Ж. Бодрийяра (Baudrillard, 1981).

С технологической точки зрения, сформулированы законы соединения физической и воображаемой реальности и стимулирования совершения выбора моделей поведения, при этом одной из наиболее известных разработок стал шлем для прокладки кабелей при сборке самолетов Boeing (Caudell & Mizell, 1992), разработанный инженерами для помощи рабочим, которые более чётко видели расположение проводов.

Сводя вместе философский и технологический подходы, можно определить виртуальное как могущее существовать, но пока не обнаруженное или не сотворенное в известном нам мире. Виртуальное возникает с возникновением языка, в широком смысле понятия языка как системы символов, отделенных от реальности, но указывающих на нее. Язык отражает абстрагирование, которое позволяет сознанию оперировать с реальностью, не присутствующей здесь и



сейчас, например, планировать (и предотвращать) или пережить неприятное (погружаясь в приемлемое). Например, футурология широко использует миры будущего, подробно и целостно предложенные фантастами: в современный язык вошли бетризация, элои и морлоки, сепульки, и пр. Целевая функция виртуального, таким образом, включает, с одной стороны, разработку сценариев планирования и возможность изучить и подготовиться к каким-либо явлениям в условиях отсутствия самих опасных или слишком тяжелых явлений, а с другой, структурирование времени и наполнение его более приятными событиями и действиями, чем присутствие здесь и сейчас. Можно представить эти функции в следующей схеме:

Накопление опыта действий	Выявление повторяющихся последовательностей и формулировка связей	Возможность планировать заранее	Предотвращение рисков и достижение целей
Неприятное событие или агрессивная среда	Переживание неприятного	Диссоциация и уход в воображение	Возможность дожить до благоприятного момента

Рисунок 1. Функции виртуального символического пространства

Некоторые психологические аспекты регуляции поведения в игровой цифровой среде сформулированы в концепциях МДА (Mechanics, Dynamics, Aesthetics, MDA) (Silva, 2020) и октализа (Chou, 2019), изучены ролевые форматы психотипов игроков (карьеристы, киллеры, исследователи, социальщики (Evans, 2017; Bartle, 2010)), исследованы культуры и идентичности в игровом поведении (Bartle, 2011). Вместе с тем, в целом недостаточно изучены психологические аспекты регулятивных механизмов в цифровой среде, структурирование областей для изучения (research gaps) представляет основную цель данной статьи.

Актуальность систематизации психологических вопросов изучения и развития регулятивных механизмов, определяющих совершение выбора поведенческих моделей в цифровой среде, связана как с цифровизацией общества в целом, так и с социальной изоляцией в связи с Covid-19.

Социальная изоляция изменила привычные формы жизнедеятельности. В результате применения ограничительных мер население практически всех развитых стран вынужденно (в контексте жёстких карантинных требований вплоть до локдауна, полного закрытия всех общественных мест для посещения и запрета сбора более 5 человек, кроме членов одной семьи) сократило свои возможности, приблизив свои повседневные практики к поведенческим моделям, которые были ранее типичны для людей с ограничениями физического или интеллектуального развития и ограниченными социальными возможностями (например, находящихся в местах лишения свободы). В этих условиях актуально переосмысление используемых в политкорректной литературе терминов “лица с ограниченными возможностями”, “лица с особенностями психофизического развития” и “лица с особыми потребностями”, поскольку первый термин неожиданно включил в себя

почти всё население планеты. В этой ситуации особый интерес вызывает как изменение выбора поведенческих моделей большинством, так и выравнивание возможностей “обычных” людей в пределах “нормы” и категорий лиц с ограниченными возможностями (или с особыми потребностями). Изменилась сфера обслуживания, касающаяся зрелищности, как развлекательная (театры и общественные мероприятия резко сократились, а спрос на домашние онлайн-кинотеатры и компьютерные игры возрос), так и рабочая (расширилась онлайн-торговля и почтовые услуги, сократились остальные сферы сервиса, например, банковские, оздоровительные, образовательные услуги и т.п.).

Карантинные меры привели к существенному расширению спроса на межличностное общение, ценность человеческого взаимодействия выросла, выросла цена услуг, оказываемых человеком, в сравнении с “репликацией” (копирование информации имеет почти нулевую себестоимость в сравнении с ее ценой ее производства), и снизилась цена услуг, которые осуществляются цифровыми сервисами, агрегаторами услуг, и массовых товаров, производимых роботизированными промышленными линиями.

Социально-экономические аспекты развития цифровой среды, включая период самоизоляции, были достаточно широко рассмотрены еще в середине 2020 года (Вылкова, 2020). Вместе с тем, психологические аспекты регуляции поведения в цифровой среде рассматривались лишь в отдельных и, чаще всего, популярных публикациях, помогающих простыми советами быстро справиться с внезапно возникшими сложностями. Системных публикаций по регулятивным вопросам и психологии поведения в цифровой среде практически не было. Таким образом, можно системно представить недостаточность разработанности темы (research gap) следующим образом:

Язы ковая система	Коммуникация и планирование совместных действий	Регуляци я поведения целеполагание	Регуляц ия виртуального поведения
Циф ровая среда	Структурирова ние и заполнение времени и сотворение миров	Диверген ция, разрозненные эксперименты	“Песочн ица” (sandbox) для опытов

Рисунок 2. Перенос регулятивной системы в цифровую среду

Из приведенной схемы видно противоречие между разработанностью символической системы регуляции поведения, сформированной за десятки тысячелетий обществами, и безрисковым пространством экспериментирования в цифровой среде. Попытка совместить систему регуляции, выраженную в языке (включая как языки общения, вербальный и невербальный, выражающие оценки и санкции, например, эксклюзив, так и языки науки и веры, человека и машины, системы символического отражения логики принятия решений и совершения выбора с учетом этики, и проч.), со средой, предназначенной для выхода за пределы (виртуальный мир как возможный, но пока не осуществлённый), для пересечения границ, приводит к уходу от имеющихся регулятивных механизмов и нуждается в



постепенной выработке либо баланса, либо дифференцированной регулятивной модели: для виртуального поведения креативного типа необходима полная свобода дивергентного мышления и защита от регуляции (“полнота” определяется ценностной шкалой и иерархией приоритетов, например, вопрос, в каких случаях можно убивать или это полностью запрещено), а в каких типах взаимодействия будет применяться традиционная регулятивная система общества (например, в образовании, удалённой работе, оказании государственных услуг).

Сказанное определяет актуальность материала статьи, который может послужить основой более длительного исследования в виду непредсказуемости развития ситуации, вызванной Covid-19 и принятыми ограничительными мерами.

ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель подготовки данного материала состоит в попытке систематизации психологических аспектов изучения регулятивных механизмов, определяющих совершение выбора поведенческих моделей в цифровой среде, на основе эмпирического исследования в качественной методологии.

В рамках ее достижения были поставлены задачи:

- на основе анализа специализированных публикаций по регуляции поведения в онлайн-деятельности и собственного эмпирического исследования выявить наиболее насущные проблемы перехода в цифровую среду с учетом акселерационных процессов (в ситуации, когда старшие поколения, родители и преподаватели вузов и учителя школ, следуют в этом переходе за младшими, что описывают социологи как префигуративную культурную трансмиссию);

- на основе таксономического анализа выявить основные группы проблем, построить структуру проблемных зон с точки зрения психологии развития и сформулировать гипотезы о взаимосвязи между категориями.

МЕТОДОЛОГИЯ

Исследование опиралось на изучение кейсов и анализ литературы, кроме того, для прояснения ряда вопросов и верификации выводов, были проведены дискуссии в среде преподавателей вузов и учителей средних школ (7 и 4 человека, соответственно) и среди учащихся вузов (9 студентов, из них 5 учащихся 4 курса бакалаврского уровня обучения и 4 студента 1 курса магистратуры).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе проведения дискуссий, все категории респондентов отметили присутствие следующих 3 групп проблем поведения в цифровой среде:

- сжатие степени ответственности за действия и высказывания, в частности, снижение способности принимать ответственность на себя, понимать причинно-следственные связи между действиями и их последствиями и принимать эти последствия как закономерный результат своих собственных решений и выбора;



- сверх-эксплуатация внешней мотивации при понижении внутренней, усиление стимулирования за счёт давления на экстринсивные мотивы при сужении интринсивной мотивации (связанной с содержанием деятельности);
- ограниченность выбора среди “безграничных” возможностей кибер-пространства, степень упрощения правил игры и их неизбежность, в отличие от бесконечного разнообразия реальной жизни, где правила можно обойти.

В рамках указанных групп каждая проблемная зона включает в себя дерево проблем (“букет”, в выражении одного из участников):

1. Проблема распределения ответственности.

Цифровая среда предполагает высокую степень анонимности, что позволяет “свободно общаться в Интернете, и никто не знает, что ты кот” (студент, 19 лет). Если не указывается авторство тех или иных высказываний, то создается ложное впечатление, что автора нельзя идентифицировать, хотя еще в 2016 г. Билайн и МТС почти одновременно описывали технологии совмещения геолокаций телефонных карт, позволившие сотовым операторам выявить, а) людей, использующих несколько сим-карт, и б) лиц, на паспорта которых зарегистрированы сим-карты, но сами сим-карты перемещаются отдельно от этих людей (т.е. пользователями являются другие лица), а затем совмещение этих данных с геолокацией в профилях соц.сетей позволило совершенствовать таргетированную рекламу в ВК, ФБ, инстаграме и др.

Анонимность оказывается ложной (а личность – явной) лишь апостериори в ходе расследований, когда, например, преступление уже произошло (например, с помощью кибербуллинга жертва доведена до самоубийства). Таким образом, ответственность “выносится” за пределы личности, становясь навязанной извне.

Проблема интериоризации ответственности рассматривается, как правило, с точки зрения внешнего локуса контроля и ошибки атрибутивности (“в моих неудачах виноваты обстоятельства, а своих успехов я добился сам”). В цифровой же среде затруднено в принципе понимание причинно-следственной связи между совершаемыми действиями и наступающими сразу или спустя какое-то время последствиями. Так, выработка норм поведения в социальных сетях, сообществах или в компьютерных играх происходит постепенно, методом проб и ошибок, в ходе получения санкций (поощрений и осуждений) от других участников. Точечное присутствие в отдельных пространствах цифровой среды создаёт убеждение, что каждый приход подобен записи на белой странице (“tabula rasa”) без ресурса и без предшествующего опыта (репутации), стратегия формируется самостоятельно как “чистая” модель поведения, без долгосрочных последствий и без влияния предыдущих действий и принятых ранее решений.

2. Экстернализация мотивации.

Ожидание санкции (вознаграждения или штрафа) выступает важным, но не единственным источником активности. В физической реальности разнообразие смыслов и удовольствий, связанных с процессом и продуктом деятельности, позволяет находить гармонию между потоковым состоянием процесса действия, по М. Чиксентмихайи, и внешним признанием результата деятельности, успеха. Цифровая среда отражает формализованные, стандартизированные и усеченные до виртуальной формы внутренние потребности, неполнота отражения внутренних потребностей приводит к сверхзначимости внешних стимулов.



С этой проблемой широко столкнулась образовательная система, в которой квинтэссенцией “учебы за оценки” стало “поколение ЕГЭ”, дети интересуются итоговым баллом в большей мере, чем процессом познания и формированием знаний, огорчая учителей в школах и разочаровывая преподавателей в вузах (“им ничто не интересно, они уже мысленно получили диплом, и их волнует, какого цвета этот диплом”, преподаватель университета, 58 лет).

Если для интернализации ответственности необходимо, чтобы человек осознавал последствия, которые наступят в будущем, то для личностного развития желательно, чтобы человек присутствовал в настоящем. Цифровая среда выхолащивает содержание “момента сейчас” (Tolle, 2004).

3. Ограниченность выбора и непогрешимость правил.

Цифровая среда не допускает оплошностей или выхода за пределы игры, платформы: если происходит сбой, он ограничен пространством приложения; если сбой происходит в устройстве (смартфоне), то следующий шаг состоит в том, чтобы выйти из девайса и войти в свой профиль с другого устройства. Но сбой всегда ограничен виртуальным миром.

Сталкиваясь с несправедливостью или неисполнением обязательств в реальной жизни, цифровые аборигены испытывают шок от непонимания, как, во-первых, могут быть нарушены незыблемые правила, и во-вторых, почему на результат запрограммированного процесса влияют, например, черты характера или настрой лица, принимающего решение. “Начальник не обязан интересоваться желаниями своих подчиненных” (реакция студентки на вопрос о мотивации).

Мышление в границах, привычка принимать решение в “песочнице” в ходе обучения позволяют человеку безопасно получить необходимый опыт и навыки, понимание, к каким результатам приводят те или иные решения, создать устойчивые связи между совершением выбора и его последствиями. Цифровая среда создает иллюзорное впечатление, что мир является таким упрощенным программируемым пространством. Пандемия показала непредсказуемость и сложность планирования в реальности, и этот урок полезен как лекарство в данной проблемной зоне: целостная, физическая и символическая реальность более сложны, чем компьютерные симуляции, и подвержены влиянию множества непрогнозируемых факторов и переменных.

Перечисленные проблемные зоны можно представить в следующей схеме:

Таблица 1. Проблемные зоны выбора поведенческой модели в цифровой среде

	Внутренняя среда (личность)	Внешняя среда (общество)
Ответственность	Прогнозирование	Идентификация
	Принятие последствий, связь и логика событий	Tabula rasa каждого нового мгновения
	Гордость за результат, готовность исправлять ущерб	Признание достижений и санкции (апостериори)
	Развитие	Обучение, социализация
	Личностный рост	Интеграция и выбор позиции в обществе
Мотивация	Качественная	Количественная



	Удовольствие от процесса деятельности	Вознаграждение, прогресс в движении в цели
	Существующее здесь и сейчас	Будущее, которого пока нет
	Многогранное проживание жизни (“дзен”, “момент сейчас”...), гуманизация	Линейное накопление (баллов, денег, лайков, рейтингов...)
Предсказуемость, непреодолимость процедур	Разгадывание правил и создание стратегий	Непогрешимость правил
	Фрагментация моделей и отстранение	Выбор поля игры
	Ограниченный выбор	Свобода моих решений в ограниченности реакций внешнего мира

На пересечении трех указанных проблемных зон образуются условия для формирования индивидуальных и коллективных механизмов регуляции процесса совершения выбора поведенческих моделей: оценочные суждения опираются не на интериоризованную иерархию ценностей, а на число лайков или репостов; укоренённые в личности и встроенные в спонтанный поток деятельности мотивы и ответственность, слитые с признанием и успехом (человек как автор своей жизни), заменяются фрагментацией, а личностные качества формализуются в критериях отчетности, технических заданиях и KPI; способность быть образцом и готовность получить полноценное отражение, зеркальную обратную связь заменяется на более безопасный для личности контракт с перечислением параметров и вознаграждений. N-мерное пространство проблемных зон регуляции поведения в цифровой среде можно представить схематически:

Таблица 2. Проблемные зоны цифровой среды как система перевода между языком фиксированных правил игрового поведения и символической системой, определяющей эффективное взаимодействие в обществе

	Ценностно-смысловая шкала	Фрагментарность	Зеркальность
Ответственность	Перенос сложности этических норм и смысла действий в машинную “логику”	Непрерывность жизни человека противоречит дискретности цифровой логики	Необходимость дополнительного перевода баллов в собственную ответственность
Мотивация	Примитивизация ценностей и смыслов	Нарушение целостности	Мимолётность и сиюминутность
Предсказуемость	Некорректная трансляция целей, ценностей и смыслов в программное обеспечение	Иллюзия кибер-безопасности как база социальной инженерии для преступников	Снижение эффективности обратной связи и искажение оценочных суждений



Перечисленные аспекты можно рассмотреть более подробно.

А. Источник оценочных суждений.

Традиционные механизмы регуляции поведения опирались на тонкие, часто не полностью осознаваемые отношения, которые в узком коллективе измеряются социометрическими методами (через проективные вопросы “кого пригласить на день рождения” и “с кем пойти в разведку”), а в обществе формируют трехкомпонентную систему социокультурных регуляторов: представления, ценности и нормы. При этом значительная часть социокультурной среды интернализована и не воспринимается как “внешняя” в рамках функционала культуры как средства различения “свой-чужой”: при несходстве картин мира у человека возникает эффект “культурной травмы” А. Шюца (Schütz, 1962), между двумя обществами – “столкновение цивилизаций” (Huntington, 1996).

Традиционная социальная регуляция опиралась, таким образом, на культуру как набор регуляторов и систему обеспечения их реализации через организацию в обществе формального (правосудие) и неформального социального контроля (“в маленьком городе все всё видят”) и санкционирования (от социальной эксклюзии, исключения, остракизма, до тюремного заключения и смертной казни). Социокультурная система включает в себя 3 типа регуляторов:

1) репрезентативно-интерпретационная схема, или картина мира (ментальная карта, когнитивная модель реальности), в которой представления и верования позволяют быстро (особенно в ситуации угрозы, опасности) и экономно (с помощью стереотипов и упрощенного, агрегированного отражения в сознании) классифицировать и структурировать сигналы, получаемые разумом от внешней среды, и встраивать их в стройное видение окружающей реальности;

2) мотивационно-аксиологическая модель ориентирования на карте мира, или ценностно-смысловая система, указывающая направления движения и активности, закрепляющая в сознании членов общества, что желательно и нежелательно для индивида (например, любовь – отвержение) и для общества (например, семья – одиночество, преданность – предательство);

3) нормативно-поведенческая структура, или набор процедур и общественно приемлемых способов удовлетворения потребностей и достижения целей (движения к воплощению ценностных ориентиров), моделей социального действия (в веберовском понимании, отражающего смысл действия или бездействия для себя и другого, в т.ч. воображаемого другого), т.е. моделей принятия решений и совершения выбора.

Социокультурная модель и система контроля и санкционирования формируют социальную регуляцию как в большой мере интериоризованный механизм: трудности заполнения теста М. Рокича хорошо демонстрируют, насколько человек в действительности слабо осознаёт свои ценностные приоритеты. Задавая вопрос “почему” к принятым решениям, человек обнаруживает “рациональность апостериори”: субъект сначала принимает решение и лишь потом придумывает разумное объяснение, что, в действительности, и отражает его подлинные ценностные приоритеты.

Более того, начиная с исследований и публикаций А. Бандуры (Bandura, 1962) о неосознанной компетентности, К. Аргириса (Argyris, 1962, и далее публикации в



соавторстве с Д. Шоном, Argyris, & Schön, 1974) о двойной петле обучения и поиске неосознанных допущений, П. Сенге (Senge, 1990) о пятой дисциплине исследования исходных предпосылок и И. Нонаки в соавторстве с Х. Такеучи (Takeuchi, & Nonaka, 1986) о спирали знаний, вопрос осознания (экстернализации знаний) задаётся в экономических и социально-управленческих науках, при этом осознанность на индивидуальном уровне активно изучается и в психологии.

Таким образом, цифровизация социальной регуляции представляет собой процесс, сложность которого сегодня уже не столько “механическая” по своей природе (“как” построить регуляцию), сколько содержательная (определить приоритеты ценностей, сформулировать критерии и стандарты принятия решений и совершения выбора для машины).

Б. Фрагментарность.

Построение цифровой среды опирается на цифровую регуляцию поведения, точнее, отдельных параметров поведения. В отличие от совершения выбора человеком, принятие решения машинными средствами ограничено индикаторами и критериями, зафиксированными изначально, даже если речь идёт о машинном обучении, в рамках которого вычислительная техника и программные средства формируют собственные оценочные критериальные модели.

Использование автоматических датчиков и сенсоров для сбора данных о среде и поведении субъектов, о процессах и явлениях, свойствах предметов и характеристиках ситуации, т.е. цифровизация контроля применяется уже достаточно давно и исследуется как особое направление управленческой науки, в частности, в применении метрологии к решению задач менеджмента. Принятие решения означает выбор поведенческой модели для субъекта или выбор и реализацию некоторого переключения на уровне технической системы, например, распознавание отпечатка пальца, голоса и других биометрических показателей позволяет “умному” устройству (смартфону, smartчасам и др.) принять решение и разблокировать доступ к активам и ресурсам. В этой связи, наряду с описанной выше проблемой сложной многокритериальной системы совершения выбора (дилемма вагонетки тому пример), возникает вопрос переноса ответственности с человека на алгоритм, например, в автопилотируемых транспортных средствах.

Скандал с программным обеспечением самолета Boeing 737 Max возник в результате расследования двух авиакатастроф, последовавших одна за другой: 29 октября 2018 г. вскоре после взлета упал лайнер индонезийской Lion Air, 10 марта 2019 г. при схожих обстоятельствах разбился самолет Ethiopian Airlines, погибли 336 человек. Как показало расследование, к крушению привела впервые внедренная Boeing система предотвращения сваливания (MCAS, Maneuvering Characteristics Augmentation System), отвечающая за тангаж (угловое движение относительно горизонтальной оси): она управляет рулями на хвосте самолета и автоматически направляет нос самолета вниз даже при выключенном автопилоте, если нос судна задирается слишком высоко. Система активировалась по сигналам только одного датчика угла атаки автоматически, этот индикатор анализирует угол наклона самолета по отношению к потоку встречного воздуха.

Boeing не стал готовить для Max программу подготовки пилотов, назвав запросивших такое обучение представителей индонезийской авиакомпании Lion Air “тупыми” “идиотами” (Калюков, 2020), в итоге, пилоты о новой системе не



знали. У обоих рейсов датчик угла атаки ошибочно доложил о чрезмерно задранном носе судна, MCAS сама включилась и направила самолеты вниз – пилоты не успели понять, что происходит, и выключить систему (Тихомирова, 2020). Более того, как выяснилось, недостаточно продуманная работа системы была связана с экономией, которую компания получила за счет привлечения более дешевой рабочей силы, программистов-фрилансеров из стран с более низкими социальными стандартами (в Индии час работы по разработке кода стоит в среднем 9 долларов час, в США – 45 долларов в час), которые выполняли разработку части программного обеспечения, не неся никакой ответственности за то, что компания эти фрагменты кодов будет использовать тем или иным образом. Фрагментация труда и привлечение внешних сотрудников, не имеющих ни отношения к итоговому результату, ни понимания целостного контекста и смысла совершаемой работы, вкуче с некорректной интеграцией нового программного обеспечения в целостную цифровую систему самолёта, оказалась также одной из причин недостаточно продуманного встраивания обновления в реальный полёт, в функционирование самолетов как средства перемещения людей.

Конгресс США, который также проводил расследование авиакатастроф 737 Max (см. отчет Комитета: DeFazio & Larsen, 2020), потребовал кардинально изменить процедуру сертификации воздушного судна. Авторы доклада 6 марта 2020 отметили, что именно из-за недостатка действующих правил, Федеральное управление гражданской авиации США (Federal Aviation Administration, FAA) дало разрешение на полеты 737 Max, несмотря на его “фундаментальные недостатки” (Мыльников, 2020), в частности, было обнаружено, что часть процедур сертификации FAA доверила провести самой компании Boeing (Пробст, 2020). Сегодня авиакомпания вновь получила разрешение на полеты самолёта в США (Леггет, 2020) после существенной трансформации процедур FAA.

Подробный разбор этого примера показывает проблематику регулятивных механизмов, укоренённых в многокритериальных системах ориентации, многокомпонентных процессов, интегрированных в сложные переплетения реальных взаимоотношений. В отличие от физической реальности и регуляции человеческого поведения, цифровая среда формирует линейные регулятивные механизмы, позволяющие людям выполнять лишь те функции, которые им наиболее привлекательны. Пользовательские навыки работы с дружественным интерфейсом интеллектуальных систем (нейросетей, туманных вычислений, цифровых двойников и т.п.) не нуждаются в инженерно-технических талантах, самоорганизации и самодисциплине и ориентированы на сокращение требований к компетенциям потребителей. Упрощение требовательности позволяет получать удовольствие, избегая усилий, и снижает мотивацию к развитию.

Глобальный киберспорт в период пандемии может выступать способом достижения спортивного успеха, профессиональной сферой с тренерскими командами, спортивными коллективами и солидными призовыми фондами.

Визуализация результатов компьютерной томографии в медицине для врача или работы двигателя для завода-изготовителя в системе цифровых двойников позволяет оценить состояние и вовремя диагностировать те или иные проблемы, направить пациента на лечение, а грузовик или самолет в ремонт. Умные компрессорные подстанции отражают визуализацию точки перераспределения



ресурса (газа, нефти, воды) и одновременно систему компьютерного управления, которая самостоятельно отслеживает проблемные зоны и частично принимает решения. Цифровизация и создание умных сред, умных городов показала эффективность, так, китайская компания NSC разработала и внедрила в Куала-Лумпуре и китайском городе Ханчжоу систему, управляющую дорожным движением на основе анализа трафика и переключения режимов работы светофоров, что привело, в частности, к ускорению прибытия карет скорой помощи в два раза, поскольку система распознавала движение кареты скорой помощи и переключала светофоры, создавая “зеленую полосу” для скорой. Таким образом, цифровизация успешно решает точечные проблемы, совершенствуя отдельные простые процессы, но слабо помогает в сложных жизненных явлениях.

В. Эталонность и зеркальность.

В начале пандемии внезапный переход на дистанционное обучение вызвал резкий рост нагрузки на учителей и одновременно вызвал требование учащихся снизить цену за дистанционное обучение, поскольку качество интеллектуального результата (“выхлопа”) оценивается ниже. Противоречие состояло в том, что для учителей и специалистов, работающих с детьми, настройка дистанционного режима онлайн-обучения потребовала новых технических решений (устройств, оборудования, программного обеспечения) и освоения навыков их применения, перестроения распределения времени и быстрой наработки собственных методик работы (ввиду отсутствия готовых); для учащихся к техническим сложностям добавились перспективы получения образования и его продолжения (школа-вуз), поскольку полученные знания должны стать фундаментом для личностного роста.

Падение воспринимаемого качества обучения в цифровой среде, с одной стороны, связано с более узким цифровым взаимодействием, с другой, отражает возросшие усилия и ответственность, которые оказались перенесены на учащихся (и членов их семей). Если часть функционала и ответственности за результат возлагаются на самих учащихся и их ближайшее окружение, малую группу, находящуюся с ними одним физическим замкнутом пространстве, то с позиций сервисного подхода для клиента и цена такой образовательной услуги ниже.

Наряду с распределением ролей, сложности возникли с обеспечением телекоммуникационной инфраструктуры и формированием физической среды, ставших необходимым условием получения образования. Если проблема оснащения и технической инфраструктуры (предоставление компьютерной техники, программного обеспечения и доступа к интернету) может быть решена достаточно быстро, то предоставить отдельную комнату, выделить время и пространство значительно сложнее, особенно, если в семье несколько детей.

Перенос учебного процесса из физического пространства в виртуальное требует создания новой культуры, освоения дополнительных навыков работы и жизнедеятельности в цифровой среде. К задаче овладения навыками добавляется необходимость учитывать дополнительную нагрузку на здоровье (прежде всего, глаза), на построение графика обучения с учетом присутствия других членов малой группы (старших и младших детей, работающих в удаленном режиме родителей, старших родственников, нуждающихся в заботе) и домашних животных (впрочем, приходящие в видеоконференцию коты уже стали предметом мемов и объектом



системного использования в цифровом общении как средства разрядки, налаживания эмоциональной теплоты и сближения).

Сложность психологического характера состоит в естественной стрессовой реакции на кардинально изменившиеся условия, включая отрицание и отказ работать в измененных условиях, попытки подогнать систему под доступный для реальных условий уровень, как следствие прохождение через пять основных кризисных стадий (агрессия, отрицание, торги, депрессия, принятие). Внезапное введение карантинных мер для вузов (во вторник 17 марта 2020) и для школ (которые не вышли с весенних каникул) оказалось неожиданностью, а зажатые в ограничениях люди переживали их с разной скоростью прохождения этих стадий.

С особыми сложностями столкнулись учителя начальных классов и специалисты, работающие с дошкольниками, поскольку у детей младшего возраста полностью отсутствует навык работы через сеть Интернет (при широком навыке досуга и развлечения, игры и общения в паутине), но при этом существует необходимость в организации занятий, корректирующих поведение и развитие. У родителей отсутствуют навыки проведения занятия через Интернет с ребенком, особенно, если родители заняты своей удаленной работой, внезапно перенесённой из офиса в домашнюю обстановку.

Перенос значительного объема образовательного процесса в цифровую среду может выступать эффективным инструментом расширения горизонта и разнообразия инструментов и техник обучения, но пока не может обеспечить выполнение прочих функций обучения, за исключением хранения и доступа к знаниям и контроля освоения набора знаний, или репликации информации.

Сегодня цифровая образовательная среда построена на индустриальной логике в то время, как всё общество уже около полувека перешло к постиндустриальному этапу развития, “постмодернити”. Попытки свести познание к цифре на основе “наблюдения, эксперимента и вычисления” привели к утрате смыслового наполнения познания: “Эмпирически, и тем более математически ориентированное воззрение на мир принципиально отвергает любой способ рассмотрения, который вообще задается вопросом о “смысле” происходящего в мире” (Вебер, 1905/1990, стр. 335). Пост-современное же общество проводит ценностный анализ и поиск сущностных, смысловых и целевых (каузально-интенциональных) аспектов бытия, позволяющих поместить “красоту между хаосом природы и жесткими произвольными структурами чистого разума” (Readings, 1997, pp. 93-98). Сегодня дети, которых можно отнести к “цифровым аборигенам” (Prensky, 2001), родившиеся в условиях постоянного повсеместного доступа к глобальной информационной сети, самостоятельно находят источники сведений, сравнивают их между собой и делают выбор, в то время как учителя всё ещё находятся в положении субъектов, пытающихся быть основным источником сведений и суждений.

Пандемия и меры социальной изоляции столкнули с этим пониманием и членов семей учащихся, которые ранее предоставляли учителю статусно-ролевые полномочия и пространственно-временной ресурс для построения картины мира в сознании учеников, а с переносом образования в цифровую среду оказались вовлечены и начали присутствовать “внутри” процесса обучения и воспитания, что вызвало когнитивные и социокультурные конфликты содержания: противоречия с



имеющимися у родителей знаниями и ценностно-нормативными моделями мира. Если ранее семья была миром, в котором ученик существовал по одним правилам, а школа – другим миром с другими правилами, то смешение этих двух систем правил неизбежно вызвала падение авторитета учителя, а в некоторых случаях, и статусной позиции родителей, которые, как оказалось, менее всеведущи, чем можно было предполагать, пока они не оказались напрямую вовлечены в процесс обучения ребенка без лага времени на подготовку.

Для каждой деятельности необходима своя определенная среда. Невозможно заниматься спортом в спальне, если ученик привык играть за компьютером дома, то сидение за домашним компьютером будет вызывать ассоциацию именно с праздным времяпрепровождением, вольной веселой игрой. Педагогу необходимо самому создать среду для обучения, при этом педагог стеснен условиями, этикой, собственным воспитанием, а также находящимися рядом родителями ребенка в условиях дистанционного обучения ребёнка и одновременно удаленной работы родителей. Ребенок находится в максимально комфортной для себя среде, знает, где находятся игрушки, и может в любой момент прервать учебный процесс, переключив деятельность, педагогу приходится применять дополнительные меры для мотивации ребенка к процессу обучения.

Столкновение двух миров – малой группы и общества, пересечение правил высокого уровня межличностного доверия и взаимной поддержки в достижении общего интереса семьи – с миром посторонних людей, имеющих свои собственные социально-экономические интересы, привело к быстрому осознанию необходимости развития цифровой социокультурной среды.

Если социологический подход опирается на ценностно-смысловые установки и нормативно-регулятивные механизмы, то психологическое сопровождение развития навыков выбора поведенческих моделей в цифровой среде сосредоточено на выработке адаптационных стратегий личности, позволяющих эффективно справляться проблемами социального взаимодействия и индивидуального личностного роста.

Можно упомянуть также проблему кибербезопасности, которая состоит сегодня не в сборе персональных данных – компании, производящие смартфоны, смартчасы и прочие умные устройства и программное обеспечение, получают полную информацию о человеке. Пример Cambridge Analytica показывает, что на основе анализа лайков и репостов в социальных сетях PR-специалисты знают человека “лучше, чем его супруг” и “лучше, чем он сам” (Cadwalladr, & Graham-Harrison, 2018). Психологический аспект кибербезопасности сосредоточен на защите психического здоровья детей и взрослых, включая вопросы влияния на принимаемые решения (крайним случаем являются уголовные преступления, кибер-буллинг и доведение до самоубийства).

Бизнес-моделирование в компьютерных играх позволяет в широкой мере давать выход для негативных эмоций, что позволяет сегодня, на основе значительного объема накопленного опыта, видеть процесс снижения агрессивного поведения в физической реальности за счет реализации такого поведения в виртуальной реальности. Таким образом, социальная регуляция выполняет роль “канализирования”, создания безопасного канала для воплощения поведенческих и эмоциональных импульсов, которые нуждаются в осуществлении, но не должны



затрагивать других участников общества. В этом смысле, индивидуализация и атомизация современного общества воплощается через отделение неприемлемых и нежелательных моделей поведения и вывод таких моделей в среду, не касающуюся напрямую физической реальности.

ВЫВОДЫ

Психологический подход к исследованию проблем регуляции в цифровой среде сосредоточен на поведении человека в условиях ограниченных вариантов и четко определенных правил, что отличает виртуальный мир от реальности. В ходе фокус-групп обсуждались вопросы неожиданного погружения в цифровую среду разнообразных жизненных процессов и вызванных психологических проблем:

1. Пандемия внесла значительные изменения в жизнь всего мира, реальные последствия которых еще предстоит изучить, в частности, с позиций анализа психологических аспектов регуляции формирования и выбора поведенческих моделей и стратегий.

2. Наиболее ярким изменением повседневной жизни стал резкий массовый переход в цифровую среду для удаленной работы и дистанционного обучения, это вызвало волну перемен в поведении и во взаимоотношениях между людьми.

3. Неподготовленность к внезапному переходу в цифровую среду включала в себя ряд специфических социально-психологических проблем, недостаточность интеллектуального сопровождения, формализацию ответственности и мотивации, ограничения свободы выбора жесткими правилами среды.

4. Концепция опережения технологических возможностей над эволюцией регуляции (“доктрина гугла”) состоятельна как констатация факта, но не даёт путей разрешения вопросов. Во время пандемии формы самоорганизации и саморегуляции не возникли в той мере, в которой это необходимо для массового перехода в цифровую среду, чтобы обеспечить эффективную реализацию задач в условиях кибер-пространства, это требует самостоятельных усилий и отдельной деятельности по развитию регулятивных механизмов в цифровой среде.

5. Фрагментарность символического пространства, о которой говорили философы-постмодернисты еще в 1960-1970 гг., получила с мерами пандемии новое воплощение и конкретизацию в неспособности цифровой среды давать ответы на целостные задачи, хотя цифровизация успешно находит решения для точечных фрагментов действительности. Лингвистический поворот в философии, утвердивший множественность истин и языковых (понятийных и символических) систем начала III тысячелетия, сталкивается с унификацией и глобализацией смыслов и ценностей, выраженных в хэштегах соц.сетей. Это мировоззренческое столкновение нуждается в дополнительном осмыслении.

Таким образом, перечисленные проблемы могут составлять предмет дальнейших исследований регулятивных механизмов в цифровой среде с учётом трансформации языка как инструмента осознанной коммуникации.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артеменков А. А. Объективная и виртуальная реальность: дереализация сознания человека как онтолого-гносеологическая проблема современности // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Философские науки. 2020. №2. С. 8-19. DOI: <https://doi.org/10.18384/2310-7227-2020-2-8-19>
- Вебер М. Протестантская этика и дух капитализма / Пер. с нем. М.И. Левиной // Вебер М. Избранные произведения. М.: Прогресс, 1990.
- Вылкова Е.С., и др. Россия и мир во время и после пандемии covid-19: вызовы и возможности: Коллективная монография. СПб.: ИПА вузов, 2020. 274 с.
- Калюков Е. В. Boeing назвали идиотами обратившихся за обучением сотрудников Lion Air // РБК, 14.01.2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/society/14/01/2020/5e1dbc0f9a79475166fb06ee> (дата обращения: 02.02.2021).
- Легgett Т. Boeing 737 Max, чьи катастрофы унесли 346 жизней, получил разрешение на полеты в США // BBC, 18 ноября 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bbc.com/russian/news-54990444> (дата обращения: 02.02.2021).
- Мыльников П. Конгресс США критикует авиарегулятора и Boeing из-за 737 MAX // Deutsche Welle, 06.03.2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://p.dw.com/p/3Yzsk> (дата обращения: 02.02.2021).
- Тихомирова О. В катастрофе Boeing 737 MAX в Эфиопии обвинили производителя // Deutsche Welle, 09.03.2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://p.dw.com/p/3Z6tK> (дата обращения: 02.02.2021).
- Aquinas, T. *Selected Writings* (R.P. Goodwin, trans.). Indianapolis: Bobbs-Merrill, 2017.
- Aristotle (2009). *Metaphysics* / Trans. W. D. Ross // The Internet Classics Archive. . [Электронный ресурс]. URL: <http://classics.mit.edu/Aristotle/metaphysics.mb.txt> (дата обращения: 02.02.2021).
- Aristotle. *Politics* (B. Jowett, Trans.). The Internet Classics Archive. 2009. URL: <http://classics.mit.edu/Aristotle/politics.mb.txt>
- Argyris, C. *Interpersonal competence and organizational effectiveness*. Homewood, IL, USA: Irwin-Dorsey, 1962.
- Argyris C., Schön D. *Theory in practice: Increasing professional effectiveness*. San Francisco, CA, USA: Jossey Bass, 1974.
- Bacon, F. *Instauratio magna preliminaries*. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- Bandura, A. *Social Learning through Imitation*. Lincoln, NE, USA: University of Nebraska Press, 1962.
- Bartle R. A. A “Digital culture, play and identity: A world of warcraft reader” reader // *Game Studies*. 2010. № 10 (1). 17.
- Bartle, R. *Unrealistic Expectations* // *Ring Bearers: The Lord of the Rings Online as Intertextual Narrative* / Ed.: Krzywinska, T., MacCullum, E. and Parsler, J. Manchester University Press, 2011.
- Baudrillard J. *Simulacres et simulation*. Paris: éditions Galilée, 1981.
- Cadwalladr C., Graham-Harrison E. How Cambridge Analytica turned Facebook ‘likes’ into a lucrative political tool // *The Guardian*, 25 Mar 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.theguardian.com/technology/2018/mar/17/facebook-cambridge-analytica-kogan-data-algorithm> (дата обращения: 02.02.2021).



- Caudell Th. P., Mizell D.W. Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes // System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. N.Y.: IEEE, 1992. P. 659-669. [Электронный ресурс]. URL: <https://tweakers.net/files/upload/329676148-Augmented-Reality-An-Application-of-Heads-Up-Display-Technology-to-Manual-Manufacturing-Processes.pdf> (дата обращения: 02.02.2021).
- Chou Yu-k. Actionable gamification beyond points badges and leaderboards. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2019.
- DeFazio P.A., Larsen R. The Boeing 737 MAX Aircraft: Costs, Consequences, and Lessons from its Design, Development, and Certification. Preliminary Investigative Findings. Washington, DC, USA: House Committee on Transportation and Infrastructure, Subcommittee on Aviation, March 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://transportation.house.gov/imo/media/doc/TI%20Preliminary%20Investigative%20Findings%20Boeing%20737%20MAX%20March%202020.pdf> (дата обращения: 02.02.2021).
- Deleuze G. Différence et répétition. Paris: Presses Universitaires de France, 2013.
- Evans D. C. Bottlenecks: Aligning UX Design with User Psychology. Kenmore, Washington, USA: Apress, 2017.
- Hegel G.W.F. The Phenomenology of Spirit/ translated by Peter Fuss and John Dobbins. Notre Dame, Indiana, US: University of Notre Dame Press, 2019 (Original work published 1807)
- Hume, D. A. Treatise of Human Nature. London: John Noon, 1739.
- Huntington S.P. The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order. New York, NY: Simon and Schuster, 1996.
- Plato. The Republic. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2021. 206 p.
- Probst, M. Nazvany vinovnye v katastrofah Boeing 737 MAX [The guilty parties of Boeing 737 MAX crash are named]. Euronews. 16.09.2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.euronews.com/2020/09/16/reports-critics-boeing-737-max>
- Premsky M. Digital Natives, Digital Immigrants // On the Horizon (NCB University Press, № 9(5). P. 1-6.
- Readings, B. The University in Ruins. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1997.
- Senge, P. The Fifth Discipline. The Art and Practice of the Learning Organization, Random House: London, 1990.
- Silva, F.G.M. Practical Methodology for the Design of Educational Serious Games // Information. 2020. № 11(1). 14. <https://doi.org/10.3390/info11010014>
- Schütz, A. The Stranger. The Homecoming // Collected Papers II: Studies in Social Theory/ Ed. by A. Brodersen. The Hague: Martinus Nijhoff, 1962.
- Takeuchi, H. & Nonaka, I. The New New Product Development Game. Harvard Business Review 1986. № 64(1). P. 137-146.
- Thomas Aquinas. The Soul / trans. J. P. Rowan. Wipf and Stock Publishers, 2008. 299 p.
- Tolle E. The Power of Now: A Guide to Spiritual Enlightenment. Novato, CA, USA: New World Library, 2004.



REFERENCES

- Aquinas, T. (2017). *Selected Writings* (R.P. Goodwin, trans.). Bobbs-Merrill. (Original work published ca 1274).
- Argyris, C. (1962). *Interpersonal competence and organizational effectiveness*. Irwin-Dorsey.
- Argyris, C., & Schön, D. (1974). *Theory in practice: Increasing professional effectiveness*. San Francisco, CA, USA: Jossey Bass.
- Aristotle (2009). *Metaphysics* (W.D. Ross, Trans.). The Internet Classics Archive. <http://classics.mit.edu/Aristotle/metaphysics.mb.txt> (Original work published ca 350 B.C.E.)
- Artemenkov, A. A. (2020). Obyektivnaya i virtual'naya realnost: derealizatsiya soznaniya cheloveka kak ontologo-gnoseologicheskaya problema sovremennosti [Objective and Virtual Reality: Derealization of Human Consciousness as an Ontological and Epistemological Problem of our Time]. *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Philosophy*, 2, 8-19. <https://doi.org/10.18384/2310-7227-2020-2-8-19>
- Bacon, F. (2004). *Instauratio magna preliminaries*. Oxford University Press.
- Bandura, A. (1962). *Social Learning through Imitation*. Lincoln, NE, USA: University of Nebraska Press.
- Bartle, R. A. (2010). A "Digital culture, play and identity: A world of warcraft reader" reader. *Game Studies*, 10(1), 17.
- Bartle, R. (2011). Unrealistic Expectations. In T. Krzywinska, E. MacCullum, & J. Parsler (Eds.) *Ring Bearers: The Lord of the Rings Online as Intertextual Narrative* (pp. 155-174). Manchester University Press.
- Baudrillard, J. (1981). *Simulacres et simulation*. Editions Galilée.
- Cadwalladr, C., & Graham-Harrison, E. (2018, Mar 25). How Cambridge Analytica turned Facebook 'likes' into a lucrative political tool. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/technology/2018/mar/17/facebook-cambridge-analytica-kogan-data-algorithm>
- Caudell, Th. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on. Presence: Teleoperators and Virtual Environments* (pp. 659-669). IEEE.
- Chou, Yu-k. (2019). *Actionable gamification beyond points badges and leaderboards*. Packt Publishing Ltd.
- DeFazio, P.A., & Larsen, R. (2020). *The Boeing 737 MAX Aircraft: Costs, Consequences, and Lessons from its Design, Development, and Certification. Preliminary Investigative Findings*. House Committee on Transportation and Infrastructure, Subcommittee on Aviation.
- Deleuze, G. (2013). *Différence et répétition*. Presses Universitaires de France.
- Evans, D. C. (2017). *Bottlenecks: Aligning UX Design with User Psychology*. Apress.
- Hegel, G. W. F. (2019). *The Phenomenology of Spirit* (P. Fuss & J. Dobbins, trans.). University of Notre Dame Press.
- Hume, D. (1739). *A Treatise of Human Nature*. John Noon.
- Huntington, S.P. (1996). *The Clash of Civilizations and the Remaking of World Order*. Simon and Schuster.



- Kaljukov, E. V. (2020, January 14). Boeing nazvali idiotami obrativshihsja za obucheniem sotrudnikov Lion Air [Boeing called Lion Air employees who asked for training idiots]. *RosBusinessConsulting*. <https://www.rbc.ru/society/14/01/2020/5e1dbc0f9a79475166fb06ee>
- Legget, T. (2020, November 18). Boeing 737 Max, chi katastrofy unesli 346 zhiznej, poluchil razreshenie na polity v SShA [Boeing 737 Max, which crashes took away 346 lives, got permission to fly in USA]. *BBC News Russian*. <https://www.bbc.com/russian/news-54990444>
- Mylnikov, P. (2020, March 6). Kongress SShA kritikuet aviareguljatora i Boeing iz-za 737 MAX [U.S. Congress criticizes air traffic controller and Boeing because of 737 MAX]. *Deutsche Welle*. <https://p.dw.com/p/3Yzsk>
- Plato (2021). *The republic*. Independent Publishing Platform. (Original work published ca. 365 B.C.E.)
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon (NCB University Press)*, 9(5), 1-6.
- Probst, M. (2020, September 16). Nazvany vinovnye v katastrofah Boeing 737 MAX [The guilty parties of Boeing 737 MAX crash are named]. *Euronews*. <https://ru.euronews.com/2020/09/16/reports-critics-boeing-737-max>
- Readings, B. (1997). *The university in ruins*. Harvard University Press.
- Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline. The art and practice of the learning organization*. Random House.
- Silva, F. G. M. (2020). Practical Methodology for the Design of Educational Serious Games. *Information*, 11(1), 14. <https://doi.org/10.3390/info11010014>
- Schütz, A. (1962). The Stranger. The Homecomer. In A. Brodersen (Ed.) *Collected Papers II: Studies in Social Theory*. Martinus Nijhoff.
- Takeuchi, H., & Nonaka, I. (1986) The New Product Development Game. *Harvard Business Review*, 64(1), 137-146.
- Tihomirova, O. (2020, March 9). V katastrofe Boeing 737 MAX v Jefiopii obvinili proizvoditelja [The manufacturer was proclaimed guilty for the Boeing 737 crash in Ethiopia]. *Deutsche Welle*. <https://p.dw.com/p/3Z6tK>
- Tolle, E. (2004). *The Power of Now: A Guide to Spiritual Enlightenment*. Novato, CA, USA: New World Library.
- Weber, M. (1990). The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism. Progress (Original work published 1905)
- Vylkova, E. S., Grishin, S. E., Petrova, I. V., Labudin, A. V., Naumov, V. N., Demidova, & E. I., Viktorova, N. G. (2020). *Rossija i Mir vo Vremja i Posle Pandemii Covid-19: Vyzovy i Vozmozhnosti* [Russia and the World During and after the Covid-19 Pandemic: Challenges and Opportunities]. IPA vuzov.



Plurilingual School and University Curricula

Joachim Schlabach¹ and Britta Hufeisen² (✉)

¹University of Turku, Turku, Turun yliopisto, 20014, Finland

joachim.schlabach@utu.fi

²Darmstadt Technical University, Hochschulstr. 1, Darmstadt, 64289, Germany,

britta.hufeisen@tu-darmstadt.de

Abstract

This contribution introduces plurilingual curricula as a development tool geared both to linking up the curricula of individual languages and fostering cross-linkages between language and content subject curricula. This approach represents a solid fundament for tertiary language didactics and can also supply a common foundation for school and university language learning policies and relevant school-university cooperation projects. The principle underlying (genuinely!) plurilingual university courses based on research and featuring a doubly multilingual didactic approach is explored. This is followed by discussion of the scope and design of a new research project accompanying the implementation of a plurilingual curriculum at a school in Liechtenstein.

Keywords: Plurilingual Learning Policy; Doubly Multilingual Languages Didactics; Plurilingual Whole School Curriculum; Factor Model of Multiple Language Learning

Аннотация

Данное исследование представляет многоязычные учебные программы в качестве инструмента развития, направленного как на увязку учебных программ по отдельным языкам, так и на поощрение перекрестных связей между учебными планами по языку и предметному содержанию. Этот подход представляет собой прочную основу для дидактики языка высшего образования, а также может обеспечить общую основу для школьной и университетской политики изучения языка и соответствующих проектов сотрудничества школы и университета. Исследуется принцип, лежащий в основе (действительно!) многоязычных университетских курсов, основанных на исследованиях и использующих двуязычный дидактический подход. Затем следует обсуждение масштабов и дизайна нового исследовательского проекта, сопровождающего внедрение многоязычной учебной программы в школе в Лихтенштейне.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Plurilingual School and University Curricula

INTRODUCTION

In this chapter, we introduce a broadly defined plurilingual learning policy that can both support the teaching and learning of tertiary languages in schools and universities and supply conceptual underpinnings for school-university cooperation projects. We explore the principle underlying (genuinely!) plurilingual university courses utilizing a doubly multilingual didactic approach, following the principles of tertiary language didactics as well as targeting plurilingual proficiency, before going on to discuss research-based curriculum and course development in the context of our new research project at a school in Liechtenstein.

Our first example of a plurilingual curriculum illustrates the advantages of a research-based plurilingual curriculum in the university context. Drawing on a multilingually oriented needs analysis, we show that multilingual communication situations require different and additional competences vis-à-vis monolingual communication in foreign languages. This is significant for curriculum development; monolingually oriented language curricula can evidently only partially meet these competence needs. Our second example describes a research project designed to support and track the implementation of a plurilingual curriculum in a school. This cooperation project linking a school and a university is an example of productive dialog between school-based and university-based stakeholders and for a conceptual link between a school and a university project.

PRINCIPLES OF PLURILINGUAL CURRICULA

The Model

Plurilingual curricula in both schools and universities have been conceived in response to the necessity and the desire to erode the monolingual habitus, enable fair multilingual and multicultural learning communities (see Gogolin, 2005). They avoid creating English only environments (without abandoning English), and equip learners with strategies for learning more language and more languages more effectively and efficiently—with the objective of not only reaching the European L1 + 2 target (Commission of the European Communities, 2005). They also foster the ability to use more languages, to juggle them, switch between them readily, use them in ways that are appropriate to specific contexts and situations. Learners become aware of all this and capable of influencing these processes and making them fertile for content subjects.

Plurilingual curricula are, to begin with, a component in educational policy development at schools and universities, one that is highly relevant for diverse education providers catering for varied age groups at various qualification levels. Schools in Western countries have already been confronted for some time (and this will continue in the immediate future) with the challenges involved in enrolling, teaching and integrating refugees, and this means that additional heritage languages and cultural traditions now need to be taken account of in subject curricula. Universities are in a similar position. They are also increasingly pursuing greater internationalization strategically and striving

to open up their institutes to participants from beyond national borders, not only to ensure that research and researchers can move freely and to promote intensive scholarly exchange, but also with the aim of enticing more so-called international students to complete at least part of their studies at the institution. All too often, universities in this position fail to break free from the paradigm of English. University staff frequently assume tacitly (or even expressly!) that candidates who lack skills in the national language(s) spoken at a university must necessarily have mastered English to a level enabling them to successfully take programs provided through English. This assumption is often wide of the mark. Not all refugees who are interested in or are already pursuing degree programs have a grasp of English. Quite a few of them have instead learned French. Having learned French as a prior foreign language, for example, or having been taught through the medium of French is often much more helpful for learning German (as the environmental language and the language of a university) than prior knowledge of English (Bartelheimer et al., 2017, 2018; Fischer & Hufeisen, 2010, 2012).

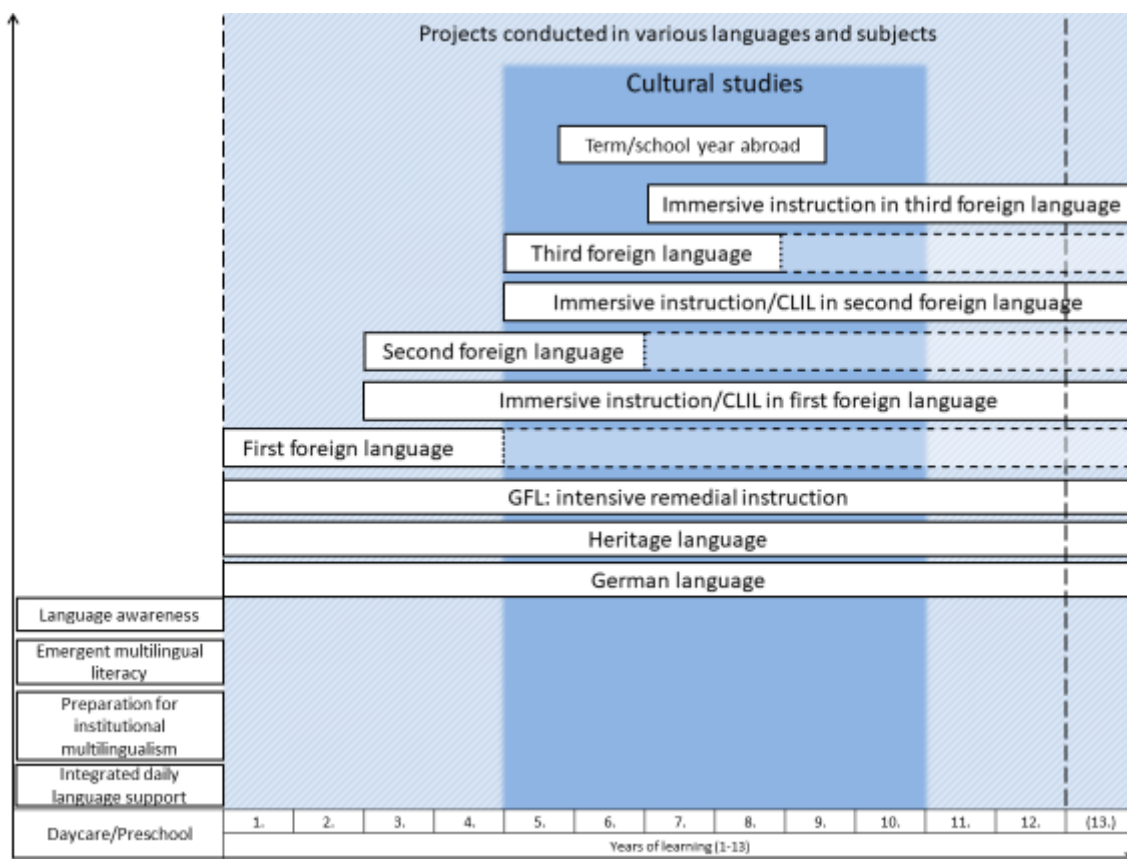


Figure 1. Plurilingual whole school policy (taken from Hufeisen, 2018a, p. 142)

At the next level, plurilingual curricula are a useful planning tool. How and where can languages and subject content be linked? What cross-linguistic and cross-disciplinary content is particularly suitable? What cooperation paths do teachers need to bestride? In schools, the process can be relatively straightforward. Options can include the bilingual



teaching of content subjects, consistent translanguaging, and project weeks that take in multiple subjects and languages, ideally in work groups from various classes and ages. This is fundamentally also true for university-based learning in subject-oriented language and communication courses flanking students' core subjects. It bears recalling in this context that for example, double degree programs at German universities that also lead to degree awards by Italian universities naturally integrate the learning of Italian into the respective programs and ideally also provide some program-specific courses taught in Italian, for example by rotating visiting lecturers from Italy. Students taking a degree in Finland that incorporates the languages of French and German may naturally travel to countries where these languages are spoken and use them to communicate, so that English is not the main language they need while there.

The heritage languages of refugees and of other people with migrant backgrounds can be systematically integrated into a prototypical plurilingual curriculum in several different places: learners who are recent arrivals should be offered both intensive training in the community language and language maintenance opportunities that enable them to continue developing their heritage language(s) and culture(s). Culturally sensitive educational practices support the development of multilingual identities. Culturally sensitive bilingual and multilingual identities can thus form, and with them the ability to operationalize and assess facts, developments, and processes in all the languages in one's personal repertoire which are of significance in specific contexts (see the concept of the dominant language constellation proposed by Aronin, 2016; 2019; Lo Bianco & Aronin, 2020) in a fashion that allows speakers to consciously make appropriate communicative choices.

The ongoing integration of specific heritage languages into the subjects taught can be achieved by systematic language teaching and translanguaging (see Dietrich-Grappin, 2017); this ensures that concepts acquired are also accessible via the heritage languages. This can be flanked by political decisions to provide for and support heritage languages as curricular foreign languages in response to need and demand and to afford non-heritage speakers opportunities to learn these languages.

At the most concrete level of actual teaching and learning, finally, all the languages present in a specific learning group are included in teaching— both in situational, improvised ways and in a planned and systematic fashion. In the third part of this contribution, we will examine specific examples at this level (see also Hufeisen, 2019; and Hufeisen & Schlabach, 2018).

THEORETICAL BACKGROUND

The ideas on plurilingual curricula discussed here and the original prototype (Hufeisen, 2011; 2018a; Hufeisen & Jessner, 2009) have the factor model of multiple language learning 2.0 (Hufeisen, 2018b; Hufeisen & Jessner, 2019) as their theoretical basis. With its foreign language learning factors, this model highlights the interactions between foreign languages that make learners more practiced with each new foreign language and allow them to perfect their learning strategies and to recognize and exploit the potential of the affordances at their disposal (Kordt, 2018a; 2018b). From the acquisition of an L3 on, these affordances are particularly well developed and permit



learning that uses synergies not present before this point. Herdina & Jessner, 2002, in their Dynamic Model of Multilingualism, define this as the “M-factor”.

The concept of bridge languages, familiar from the debate on intercomprehension, is also interesting from the perspective of language acquisition theory in this regard. Genetically related languages appear to act as a helpful bridge to additional languages, making for a deeper and more intensive learning process and supplying strategies that make receptive communication easier (EuroComRom, Klein & Stegmann, 2000; Slavonic Intercomprehension, Tafel, 2009; EuroComGerm, Hufeisen & Marx, 2014). This approach has been successfully applied and researched in both second level teaching/lower secondary education (Kordt, 2015) and university language courses (Behrend, 2016). However, its main focus has been on language contexts—albeit with texts taken from other fields and in principle from any field—and less emphasis has been placed on cross-disciplinary learning and on combining the teaching and learning of languages and content subjects, or on content and languages integrated learning. In addition, little research on the application of this approach to language families other than those mentioned above has appeared.

School leavers who have experienced multilingual and multicultural schools are likely to expect to encounter equally open and plurilingual learning environments in the next phase of their education or training. The following section takes a closer look at one project from each level.

PROJECTS

One university-based project and one school-based project pursuing related research-based plurilingual curriculum development approaches are introduced in this section. Both projects involve education providers that are open to adopting innovative approaches to language teaching (moving beyond monolingually oriented courses) and to developing and delivering wider curricular changes.

Plurilingual Business Communication at Turku School of Economics

Background conditions for language learning

Languages have traditionally been a strong priority at the Turku School of Economics (TSE) in Finland. The Finnish economy is, after all, strongly globalized and enterprises need staff who can communicate with business partners in multiple languages. This requirement is reflected in the learning goal that graduates should be able to communicate in multiple languages by the end of their programs. In addition to the two national languages, Finnish and Swedish, students also learn two foreign languages (selected from English, German, Spanish, French, Russian, Italian, Chinese and Japanese) in language and business communication courses that mostly cover topics of relevance to their studies. Most of these language courses are still monolingually oriented and lay foundations for other courses of the type described below that act as a necessary supplement to these monolingual courses by transcending and overcoming the limitations of multiple monolingualism.

*Language needs analysis*

The development and design of the plurilingual courses has been based on a didactically oriented language needs analysis conducted using a research instrument with a proven track record in language for specific purposes (LSP) teaching (Huhta et al., 2013). The language needs analysis, conducted by Eeva Boström and Joachim Schlabach, has been designed to examine and capture the competences and skills needed for successful communication in multilingual settings. The focus on empirically determined competences in future working environments is a central step in the development of competence-oriented language curricula. An online survey of 214 graduates of the International Business program who now work in international business contexts provided a starting point. The study initially set out to ascertain the extent to which plurilingualism is relevant for professionals in enterprises that operate internationally and to identify competence descriptors that are relevant for fostering plurilingual proficiency. TSE graduates routinely use two, three or four languages simultaneously at work, although the specific language combinations vary; combinations involving English are common. Their attitudes toward multilingualism are generally very positive. They almost all enjoy handling multilingual situations and believe that multilingualism promotes efficient communication. Most of them reject the statement that mastering English alone is enough. They believe that switching languages is a distinctive feature of plurilingual communication and being able to switch fluently between languages is a key skill. Typical challenges include the difficulty of finding the right word and interference between languages, especially between closely related languages and languages users have lesser proficiency in. Plurilingual affordances can be drawn on to overcome these challenges. The respondents give some indication of the challenges and opportunities they experience in multilingual situations. The search for the right word, for example, can be rapidly circumvented by code switching, brief switches into another language. Transfer between closely related languages helps people understand utterances in languages they have not learned. And mediation makes it possible to resolve comprehension issues by providing descriptions or explanations in another language (see Schlabach, 2017 for a more detailed account).

The main result of this analysis has been that the learning objective of plurilingual proficiency can now be defined, with teaching and learning praxis at the TSE in mind, as follows:

Plurilingual proficiency describes the skill of communicating in three or more languages and includes language switching, code switching, mediation and transfer as integral components. These cross-language activities form the bridge between the different languages used. They can be taught and learned as skills and deployed as communicative strategies in multilingual situations (Henning & Schlabach, 2018, p. 119, our translation).

The development of “MONI courses”

On the basis of the needs analysis and consideration of relevant models for learning multiple languages (see, *inter alia*, Hufeisen, 2010, 2018b), a new language



subject was created at TSE, *Monikielinen yritysviestintä* | *Multilingual business communication* (see also www.utu.fi/tse-multilingual). The courses in this subject are those language learning offers which basically have two or more languages as their learning content and also employ them as working and teaching language. These courses are geared more to bridging the gap between languages than to additively developing new skills in each individual language. Multilingualism is the prerequisite for and the objective pursued in these courses, and the approach adopted is doubly multilingual: students connect the multiple monolingual competences they have acquired prior to taking the course and acquire plurilingual skills and strategies as they practice using multiple languages at the same time. Tried and tested approaches in multilingual didactics such constructing and using transfer bridges (see for instance Hufeisen & Marx, 2014) and fostering multilingual awareness (see Allgäuer-Hackl 2020) are deployed to help learners build on skills they have already acquired in several individual languages by networking them. However, learners also develop the skills needed to cope with complex tasks demanding the use of two, three or more languages in realistic multilingual situations. Several can-do statements offering a peek into this didactic laboratory are listed below. These specific individual learning objectives link day-to-day teaching practice with the wider goal being pursued.

The can-do statements below represent a selection of the descriptors used in a bilingual German/Swedish course:

- *Language switching:*
Can switch fluently between the languages of German and Swedish in a conversation.
Can speak Language A while giving a presentation that has slides in Language B.
- *Code switching:*
Can switch to another suitable language for a small part of an utterance (a word or group of words), for example to cope with difficulties in finding the right word.
- *Mediation:*
Can give an oral summary in Language B (German, for example) of audio content heard in Language A (Swedish, for example) or written content in Language A.
Can use language B to interpret and describe reliably the main information on a complex chart in language A and additionally take questions in language C.
- *Transfer:*
Can recognize linguistic similarities in, say, German and Swedish texts and use them to boost their comprehension and their active production (cf. Hufeisen & Marx, 2014).

Assessment

Designing assessment procedures for plurilingual learning content poses a challenge. As a rule, assessment criteria are derived from the can-do statements and supplemented by qualitative characterizations of fluency (e.g., hesitant or fluid language



switching), communicative success (e.g., the mediation succeeds in few/some/all aspects) and flexibility (e.g., an activity could be tackled spontaneously/after preparation) so that various levels can be depicted in a grid. All courses at TSE are continuously evaluated and developed further. Individual aspects are examined in research conducted in parallel with the courses.

Evaluation at TSE has established that the plurilingual courses work well and that students value the opportunity to boost their communication skills in two or three languages with the minimal time investment a single course demands. It appears that the conventional monolingual orientation of teaching and the pursuit of monolingual interaction can be overcome. Plurilingual courses are, however, a product in need of explanation. As they break with the familiar pattern of learning one language at a time, their usefulness may not be immediately apparent to students browsing through lists of language courses. This needs to be countered by promoting these courses actively. Experiences to date have demonstrated, however, that students are quite open to the idea of courses fostering plurilingual and efficient communication and that skeptical or nervous reactions are more likely to come from language teachers who may feel uneasy at the prospect of integrating additional languages into their teaching. Further courses featuring new language combinations and different subject matter are already in planning and will include some low-threshold introductory courses (see Kursiša & Schlabach, forthcoming, for more details).

The language subject *Multilingual business communication* is now part of the general range of language and communication courses provided at TSE. It has been formally incorporated into the curriculum as a complementary subject. The project described in the next section is, by contrast, still at an early stage in its development. It is, again, a curricular development project that expressly includes a research component. It also aims to incorporate approaches pioneered in and experiences gained from the university project.

Plurilingual Competences for the Plurilingual Curriculum at the *formatio Privat Schule*

The school development project that has begun at the *formatio private school* in Triesen in the Principality of Liechtenstein aims to introduce a plurilingual curriculum, initially in the secondary school *Oberstufengymnasium*, the branch of the school covering the final four years of secondary education, and later in the school as a whole. A cooperation project with *Technische Universität Darmstadt (Germany)*, *formatio-plurilingual-digital*, is supporting this implementation process and undertaking concomitant research. The research project outlined below sets out to secure the lasting success of the new curriculum and its delivery by investigating and ascertaining the plurilingual competences that are relevant for plurilingual learning within the school's plurilingual curriculum. Background parameters with an influence on the school's development and the scope and design of the concomitant research are introduced below and will be followed by a discussion of the outlook for the implementation of the new curriculum.



The background

Successful school development projects are implemented at the individual school level and appear to be especially effective when teaching staff and school management are involved in decision-making processes, the administrative and organizational parameters are conducive to achieving change, and the process includes training directly linked to teaching (Rolff, 2007). The background situation at the *formatio private school* is largely favorable for successful school development. With its location in the Principality of Liechtenstein, the school is embedded in a society and an economy structured around international exchanges. As a private school, the school is flexible but also compelled to compete against other schools. It follows that it has every reason to strive for continual quality improvement and make ongoing adaptations to meet the changing expectations of pupils and stakeholders. Unlike public schools in Austria and Germany, this private school enjoys more freedom to shape its own curriculum. Its small size makes it organizationally agile and flexible. The school draws on various syllabi and examination requirements at different educational stages and fulfills certain curricular and examination requirements (including the Austrian *Central Matura* as a school leaving examination, for example), not least in order to retain its status as an Austrian school abroad (*österreichische Auslandsschule*) in Liechtenstein. In the principles referenced on the school website, the school places emphasis on an open-minded outlook and mutual respect, a learning environment free of fear, a focus on performance, and entrepreneurial thinking and action (<http://www.formatio.li/ueber-uns/prinzipien.html>).

Regarding multilingualism, specifically, it is noteworthy that the school has focused on languages since its foundation. From primary school on, the entire school is bilingual (German and English) and three further typical tertiary languages (French, Spanish and Latin) are added as students progress to upper secondary education. Language teaching is supplemented by international exchange programs and external language certificates. Various other languages or language varieties, such as regional dialects or the heritage languages of students with migration backgrounds, play various roles. The introduction of cross-linguistic teaching tools including team teaching, bilingual lessons, a common grammar terminology, and a multilingual vocabulary has already begun.

The school development project *formatio plurilingual-digital* is quite an extensive reform program and seeks not only to introduce a plurilingual curriculum, but also to incorporate the delivery of twenty-first century competences following the VUCA paradigm (volatility, uncertainty, complexity, ambiguity, see Mack et al., 2016). The project is funded by the school maintaining body and coordinated by school management. The teachers at the *Oberstufengymnasium* level are actively involved, as is an external coordinator of continuing professional development who organizes concomitant training. Research into the success factors that are relevant for the school development project is being pursued based on the evaluated approach at TSE (see above) from multiple angles with a strong focus on the introduction and ongoing development of the plurilingual curriculum.

Research design and the role of language needs analysis

The research project accompanying the introduction of the plurilingual curriculum at *formatio* has started with a systemic analysis of the given parameters and is proceeding



on the basis of two assumptions that will be discussed below with reference to the university development project already presented above and to the specific conditions at the school. Organizational change in school development projects has been shown to be more likely to succeed when the project scope and design is adapted to match local organizational conditions (Rolff, 2007). The question thus naturally arises as to how well the categories of the plurilingual curriculum match the categories of the school curriculum teachers are already working toward? Do the approaches taken in the university project and introduced in section 4.1 above offer any pointers as to how a better fit to local conditions could be achieved? In the specific context of schools, it can be assumed that tests and examinations at the conclusion of school careers influence schools, teachers, learners and teaching. In light of this washback effect (McKinley & Thompson, 2018; Stadler & Hinger, 2018), the question presents itself as to how a curriculum oriented toward processes and language policy considerations can also incorporate categories and suggestions at the product level of learning objectives and examination formats. This category level is one of central importance for schools. The *formatio privatae school* has a strong performance orientation and students acquire competences that are documented through the Austrian *Matura*, a competence-based school leaving examination. Against this background, the conclusion has been reached that the project design should ensure that the results of plurilingual learning can be documented in pupils' final examination results to ensure the successful introduction of the curriculum oriented toward plurilingual learning and enable its delivery to be sustainable over time.

The research project thus needs to develop learning objectives based on the given learning conditions that can lead to a qualification being awarded at the end of the plurilingual curriculum. As the school is performance-oriented and values entrepreneurial thinking and action as well as a cosmopolitan outlook, the design used at the Turku School of Economics appears to provide an obvious model. The preparation of a plurilingual needs analysis adapted to local and regional conditions constitute a logical departure point. The results of needs analyses can serve as a basis for curriculum development, not least because of their usefulness for defining learning goals and objectives (Brown, 1995) and specific can-do statements describing these objectives in greater detail. It is envisaged that a needs analysis capturing and describing the effective plurilingual competence students will require in their anticipated living, learning, and working environments will facilitate the introduction and anchoring of plurilingual competence as a powerful concept. An investigation targeting former and current students, parents, stakeholders in regional enterprises and organizations, and experts in the field of schools development and plurilingualism is expected to yield a plurilingual profile for graduates from the school that can then be used to didactically elaborate a definition of plurilingual proficiency and establish a learning goal. Several research questions could be pursued in this context, for instance:

- What multilingual situations will the graduates of the school encounter in their current or future living, learning and working environments?
- What language competences do they need to handle these situations effectively?
- What are the competences that could support their future learning, both generally and specifically in relation to learning additional languages?



The study is being guided by the expectations of stakeholders in the cooperation project, the results of previous research on multilingualism in the region (Lavric, 2008; Lavric & Bäck, 2009; Lüdi et al., 2016), and the work mentioned above. Regional studies have indicated, among other results, that situations encountered at work and during education and training often involve plurilingual communication and that this can take quite diverse forms.

Implementation

The introduction of a new plurilingual language subject is currently being prepared. It will initially be introduced in the *Oberstufengymnasium*, a stage at which all the individual languages have already been introduced. The main emphasis in this subject will be on networking the individual languages in multiple competence domains: knowledge (*savoir*), skills (*savoir-faire*), attitudes (*savoir être*) and learning skills (*savoir-apprendre*) as general competences of language learners or users (Council of Europe, 2001). The planned learning content reflects plurilingual strategies such as those reflected in the EuroCom models (Hufeisen & Marx, 2014; Kordt, 2018a) and such proven multilingual teaching approaches as encouraging reflection on languages and language learning and fostering metalinguistic and interlinguistic awareness (Allgäuer-Hackl, 2020). These approaches will be supplemented by content designed around situations involving plurilingual language use with the goal of developing plurilingual competences derived from the plurilingual profile.

With the plurilingual profile and the descriptions of plurilingual competences from the language needs analysis as a fundament, can-do descriptors for various plurilingual activities and strategies can then be tailored to topics chosen by teachers and didactically elaborated for use in the delivery of this plurilingual language subject. The next step will be to supplement these descriptors with qualitative characterizations and recast them as assessment criteria that can, in turn, be used to design assessment procedures both for continuous assessment in the new language course and for its final assessment as an extra subject complementing the *Matura* examination.

THE WIDER OUTLOOK

Both projects described here demonstrate how the traditional model of providing multiple monolingually oriented language learning opportunities can be transcended and a plurilingual curriculum that considers all the languages present and provides plurilingual learning offerings can be put in place. The first project, as a university project, was already anchored in an establishment with the ambition to continuously redevelop its curriculum on the basis of research. Language courses accompanying students' core university subjects also have the advantage of being largely unrestricted by syllabus requirements, textbooks and other didactic constraints.

Plurilingual approaches have also been employed in CLIL-courses for engineering students. At Tampere University in Finland, a hybrid course (incorporating both contact and online teaching) is offered for advanced learners of German from various technical disciplines which uses both German and English, and even Finnish and Swedish to a certain extent. The pedagogical focus in this course is on the reception and production of specialist subjects, which the students process by alternating languages and mediating



meaning using both German and English. Instructors use various methodological approaches, such as preparing course material to improve receptive skills with the aid of DeepL (an online translation service), while productive skills are practice during plurilingual workshops (described in detail in Rehwagen, 2020).

The second project enjoys a similar degree of leeway and is also supported by research, not least the concomitant research enabled by the cooperation project linking this school development project with a university. The formatio private school could be characterized as belonging to the efficiency type—unlike most state schools, which can more usually be categorized as belonging to the bureaucratic type (Schmid et al., 2007). As such, it is autonomous and open to outside influences and can be expected to implement the plurilingual curriculum successfully in its entirety. It appears highly likely that the project will prove successful and sustain this success over time, not least because of the concomitant research component, and that it will thus be able to serve as a pilot illustrating how plurilingual curricula could, with adaptations, also be introduced at other schools.

REFERENCES

- Allgäuer-Hackl, E. (2020). Das Fach ‚Mehrsprachiges Seminar‘ an einer Oberstufe: Sprachenlernen, Spracherhalt und Sprachenmanagement durch mehrsprachiges Bewusstsein [The subject 'multilingual seminar' at an upper level: language learning, language preservation and language management through multilingual awareness]. *Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht*, 25(1), 1107–1136.
- Aronin, L. (2016). Multi-competence and dominant language constellation. In V. J. Cook & W. Li (Eds.), *The Cambridge handbook of linguistic multi-competence* (pp. 142–163). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107425965.007>
- Aronin, L. (2019). Challenges of multilingual education: Streamlining affordances through Dominant Language Constellations. *Stellenbosch Papers in Linguistics Plus*, 58, 235-256. <https://doi.org/10.5842/58-0-845>
- Bartelheimer, L., Hufeisen, B., & Janich, N. (2017). Do L2 French or L2 English learners write better L3 German texts? The influence of prior foreign language study on L3 German writing skills: The GaE/F Project. *Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht*, 22(1), 208–216.
- Bartelheimer, L., Hufeisen, B., & Janich, N. (2018). Hilft die Vorfremdsprache Französisch bei der Textproduktion in der folgenden Fremdsprache Deutsch? Das Projekt DaFnE/F [Does the pre-foreign language French help with text production in the following foreign language German? The GaE/F]. In C. Merkelbach & M. Sablotny (Eds.), *Mehrsprachigkeit und multiples Sprachenlernen: Vol. 13. Darmstädter Vielfalt in der Linguistik: 10 Jahre Fachgebiet Sprachwissenschaft - Mehrsprachigkeit an der Technischen Universität Darmstadt* (pp. 207–224). Schneider-Verlag Hohengehren.
- Behrend, J. (2016). *Germanische Interkomprehension im universitären Bereich als Möglichkeit zur Förderung rezeptiver Mehrsprachigkeit in der EU. Subjektive Theorien von Studierenden zum Erschließen fremdsprachlicher Lesetexte nach dem*



- EuroComGerm-Ansatz* [Germanic intercomprehension in the university sector as an opportunity to promote receptive multilingualism in the EU. Subjective theories of students to develop foreign language reading texts according to the EuroComGerm approach]. (Published doctoral dissertation). Technische Universität Darmstadt. <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/5457/>
- Commission of the European Communities (2005). *A new framework strategy for multilingualism: Communication from the commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1448019646969&uri=CELEX%3A52005DC0596>
- Council of Europe. (2001). *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment*. Cambridge Univ. Press.
- Dietrich-Grappin, S. (2017). *Compétence plurilingue durch Translanguaging im schulischen Französischunterricht. Ein Beitrag zur produktiven Mehrsprachigkeitsdidaktik* [Competence Plurilingue through Translanguaging in French Classes in Schools. A Contribution to Productive Multilingual Didactics]. *Zeitschrift für romanische Sprachen und ihre Didaktik*, 11(1), 95–111.
- Fischer, R., & Hufeisen, B. (2010). Transferprozesse beim Produzieren deutschsprachiger wissenschaftlicher Texte von ausländischen NachwuchswissenschaftlerInnen mit Englisch bzw. Französisch als erster Fremdsprache: Vorüberlegungen zu dem Forschungsprojekt „Transfer und Textkompetenz DaFnE/F“ [Transfer processes in the production of German-language academic texts by young researchers from abroad with English or French as their first foreign language: preliminary considerations for the research project "Transfer and Text Competence GaE/F"]. *Zeitschrift für Fremdsprachenforschung*, 21(2), 249–259.
- Fischer, R., & Hufeisen, B. (2012). Textproduktion und Sprachenfolge – Wie beeinflusst die Vorfremdsprache L2 die Textproduktion in der L3 Deutsch als Fremdsprache? Methodische Vorüberlegungen zu einer explorativen Studie [Text production and language sequence - How does the previous foreign language L2 influence text production in L3 German as a foreign language? Methodological considerations for an exploratory study]. In D. Knorr & A. Verhein-Jarren (Eds.), *Textproduktion und Medium: Vol. 12. Schreiben unter Bedingungen von Mehrsprachigkeit* (1st ed., pp. 157–168). Peter Lang.
- Gogolin, I. (2005). Bilinguale Literalisierung [Bilingual literalization]. In B. Hufeisen & M. Lutjeharms (Eds.), *Giessener Beiträge zur Fremdsprachendidaktik. Gesamtsprachencurriculum, integrierte Sprachendidaktik, Common Curriculum: Theoretische Überlegungen und Beispiele der Umsetzung* (pp. 89–99). Narr.
- Henning, U., & Schlabach, J. (2018). Plurilinguale Kompetenz: Eine didaktische Begriffsbestimmung für die internationale Geschäftskommunikation [Plurilingual competence: a didactic definition for international business communication]. In C. Merkelbach & M. Sablotny (Eds.), *Mehrsprachigkeit und multiples Sprachenlernen: Vol. 13. Darmstädter Vielfalt in der Linguistik: 10 Jahre Fachgebiet Sprachwissenschaft - Mehrsprachigkeit an der Technischen Universität Darmstadt* (pp. 99–130). Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.



- Herdina, P., & Jessner, U. (2002). *A dynamic model of multilingualism: Perspectives of change in psycholinguistics*. Multilingual Matters.
- Hufeisen, B. (2010). Theoretische Fundierung multiplen Sprachenlernens – Faktorenmodell 2.0. [Theoretical foundation of multiple language learning - factor model 2.0.]. *Jahrbuch Deutsch als Fremdsprache*, 36, 200–208. [Ger.]
- Hufeisen, B. (2011). Gesamtsprachencurriculum: Weitere Überlegungen zu einem prototypischen Modell [Whole Language Curriculum: Further Considerations for a Prototype Model]. In B. Hufeisen & R. S. Baur (Eds.), *Mehrsprachigkeit und multiples Sprachenlernen: Bd. 6. „Vieles ist sehr ähnlich“: Individuelle und gesellschaftliche Mehrsprachigkeit als bildungspolitische Aufgabe* (pp. 265–282). Schneider-Verlag Hohengehren.
- Hufeisen, B. (2018a). Institutional Education and Multilingualism: PlurCur® as a Prototype of a Multilingual Whole School Policy. *European Journal of Applied Linguistics*, 6(1), 131–162. <https://doi.org/10.1515/eujal-2017-0026>
- Hufeisen, B. (2018b). Models of multilingual competence. In A. Bonnet & P. Siemund (Eds.), *Hamburg Studies on Linguistic Diversity. Foreign Language Education in Multilingual Classrooms* (Vol. 7, pp. 173–189). John Benjamins.
- Hufeisen, B. (2019). Förderung des DaF-Unterrichts durch Mehrsprachigkeitskonzepte [Promotion of GFL lessons through multilingualism concepts]. In U. Ammon & G. Schmidt (Eds.), *Förderung der deutschen Sprache weltweit* (pp. 337–350). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110479232-020>
- Hufeisen, B., & Jessner, U. (2009). Learning and teaching multiple languages. In K. Knapp, B. Seidlhofer, & H. Widdowson (Eds.), *Handbook of Foreign Language Communication and Learning* (pp. 109–138). De Gruyter.
- Hufeisen, B., & Jessner, U. (2019). The psycholinguistics of multiple language learning and teaching. In D. Singleton & L. Aronin (Eds.), *Twelve Lectures on Multilingualism* (pp. 65–100). Multilingual Matters.
- Hufeisen, B., & Marx, N. (2014). *EuroComGerm - die sieben Siebe: germanische Sprachen lesen lernen: Deutsch und Englisch, Dansk, Fries, Íslenska, Nederlands, Norsk (Bokmål/Nynorsk), Svenska* [EuroComGerm - the seven sieves: Learn to read Germanic languages: German and English, Dansk, Fries, Íslenska, Nederlands, Norsk (Bokmål / Nynorsk), Svenska] (2nd, compl. renewed ed.). *Editiones EuroCom: Vol. 1*. Shaker.
- Hufeisen, B., & Schlabach, J. (Eds.) (2018). Themenheft: Gesamtsprachencurriculum und andere sprachen- und fächerübergreifende Ansätze [Special issue: overall language curriculum and other cross-language and interdisciplinary approaches]. *Zeitschrift für Fremdsprachenforschung*, 29(2), 141–269.
- Huhta, M., Vogt, K., Johnson, E., Tulkki, H., & Hall, D. R. (2013). *Needs analysis for language course design: A holistic approach to ESP*. Cambridge University Press.
- Klein, H. G., & Stegmann, T. D. (2000). *EuroComRom - die sieben Siebe: romanische Sprachen sofort lesen können* [EuroComRom - the seven sieves: being able to read Romance languages immediately] (2nd, corr. Ed., Vol. 1). Shaker.
- Kordt, B. (2015). Sprachdetektivische Textarbeit [Language detective text work]. *Praxis Fremdsprachenunterricht. Englisch*, 4, 4–8.



- Kordt, B. (2018a). Affordance theory and multiple language learning and teaching. *International Journal of Multilingualism*, 15(2), 135–148. <https://doi.org/10.1080/14790718.2016.1223081>.
- Kordt, B. (2018b). Herausforderungen und Chancen eines affordanztheoretischen Ansatzes in der Fremdsprachenforschung mit Beispielen aus einer Studie zur Umsetzung von EuroComGerm in der Schule [Challenges and opportunities of an affordance-theoretical approach in foreign language research with examples from a study on the implementation of EuroComGerm in schools]. *Zeitschrift Für Fremdsprachenforschung*, 29(2), 147–168.
- Kursiša, A., & Schlabach, J. (2020). *PluriDeutsch – plurilinguale Kurse mit Deutsch. Handreichungen für die Kursentwicklung in der Germanistik und an Sprachenzentren* [PluriDeutsch - plurilingual courses with German. Handouts for course development in German studies and at language centers]. Universität Helsinki. <https://doi.org/10.31885/9789515150097>
- Lavric, E. (2008). Fifteen theses about business language choices: plurilingual strategies of companies and of individuals within companies. *Fachsprache*, 30(3-4), 156–165.
- Lavric, E., & Bäck, B. (2009). English, French, Spanish, Italian, Portuguese? Code choice and Austrian export. *International Journal of Multilingualism*, 6(1), 37–67. <https://doi.org/10.1080/14790710802573039>.
- Lo Bianco, J., & Aronin, L. (Eds.). (2020). *Dominant language constellations: A new perspective on multilingualism*. Springer Nature.
- Lüdi, G., Höchle Meier, K., & Yanaprasart, P. (Eds.). (2016). *Managing plurilingual and intercultural practices in the workplace: The case of multilingual Switzerland*. John Benjamins.
- Mack, O. J., Khare, A., Krämer, A., & Burgartz, T. (Eds.). (2016). *Managing in a VUCA World*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16889-0>.
- McKinley, J., & Thompson, G. (2018). Washback effect in teaching English as an international language. In J. I. Lontos & M. DelliCarpini (Eds.), *The TESOL encyclopedia of English language teaching* (pp. 1–12). Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118784235.eelt0656>
- Rolff, H.-G. (2007). Schulentwicklung [School development]. In H.-E. Tenorth & R. Tippelt (Eds.), *Beltz Lexikon Pädagogik* (pp. 622–625). Weinheim: Beltz.
- Rehwagen, C. (2020). Technisches Deutsch plurilingual [Technical German plurilingual]. In A. Kursiša & J. Schlabach (eds.), *PluriDeutsch – plurilinguale Kurse mit Deutsch*. (pp. 69–99). Universität Helsinki. <https://doi.org/10.31885/9789515150097.4>
- Schlabach, J. (2017). Probleme in mehrsprachigen Situationen: Zur Grundlegung des Lernziels plurilinguale Kompetenz [Problems in multilingual situations: To lay the foundation for the learning objective of plurilingual competence]. *Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht*, 22(2), 66–79.
- Schmid, K., Hafner, H., & Pirolt, R. (Eds.). (2007). *Reform von Schulgovernance-Systemen: Vergleichende Analyse der Reformprozesse in Österreich und bei einigen PISA-Teilnehmerländern* [Reform of school governance systems: Comparative analysis of the reform processes in Austria and in some PISA participating countries] (Vol. 135). Ibw-Schriftenreihe.



- Stadler, W., & Hinger, B. (2018). *Testen und Bewerten fremdsprachlicher Kompetenzen* [Testing and evaluation of foreign language skills]. Narr Francke Attempto.
- Tafel, K. (2009). *Slavische Interkomprehension: Eine Einführung* [Slavic Intercomprehension: An Introduction]. Narr.

**Author Index****Авторский индекс**

Anosova, Natalia	<u>8</u>	Аносова Наталья	<u>8</u>
Aurora, Simone	<u>86</u>	Аврора Симон	<u>86</u>
Hufeisen, Britta	<u>126</u>	Исаев Александр	<u>31</u>
Isaev, Alexander	<u>31</u>	Кочемировская Светлана	<u>16</u>
Khairusov, Denis	<u>54</u>	Кочемировский Владимир	<u>16</u>
Kochemirovskaya, Svetlana	<u>16</u>	Латышов Игорь	<u>8, 41</u>
Kochemirovsky, Vladimir	<u>16</u>	Меньшиков, Павел	<u>77</u>
Latyshov, Igor	<u>8, 41</u>	Мохоров Дмитрий	<u>1</u>
Menshikov Pavel	<u>77</u>	Мохорова Анна	<u>1</u>
Mokhorov Dmitriy	<u>1</u>	Нордманн Альфред	<u>96</u>
Mokhorova Anna	<u>1</u>	Пахомов Михаил	<u>8</u>
Nordmann, Alfred	<u>96</u>	Покровская Надежда	<u>106</u>
Pakhomov, Mikhail	<u>8</u>	Телятицкая Татьяна	<u>68</u>
Pokrovskaia, Nadezhda	<u>106</u>	Тюлин Артем	<u>126</u>
Schlabach, Joachim	<u>126</u>	Хайрусов Денис	<u>54</u>
Telyatitskaya, Tatiana	<u>68</u>	Хюфайзен Бритта	<u>126</u>
Tyulin, Artem	<u>126</u>	Шлабах Иоахим	<u>126</u>