

ОТЧЕТ

ведущего ученого о научных исследованиях, проведенных в 2019 году

Договор между Министерством науки и высшего образования Российской Федерации, федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" и Горбанем Александром Николаевичем о выделении гранта Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных организациях высшего образования, научных учреждениях, подведомственных Федеральному агентству научных организаций, и государственных научных центрах Российской Федерации

от 5 февраля 2018 г. № 14.Y26.31.0022

Область наук «Компьютерные и информационные науки»

Направление научного исследования «Масштабируемые сети систем искусственного интеллекта для анализа данных растущей размерности»

Наименование лаборатории «Лаборатория перспективных методов анализа многомерных данных»

Ведущий ученый,
доктор физ.-мат. наук, профессор

(подпись) Горбань А.Н.
(фамилия, имя, отчество (при наличии))

Нижний Новгород

2019

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Ведущий ученый Главный научный сотрудник, д.ф.-м.н., профессор		Горбань А.Н. (разделы)

	подпись, дата	
Руководитель, д.ф.-м.н., доцент		Казанцев В.Б. (разделы)

	подпись, дата	
Ответственный Исполнитель, к.ф.-м.н.		Стасенко С.В. (разделы 6)

	подпись, дата	
	Исполнители	
Ведущий научный сотрудник, д.т.н.		Тюкин И.Ю. (разделы)

	подпись, дата	
Ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н.		Осипов Г.В. (разделы)

	подпись, дата	
Ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н.		Золотых Н.Ю. (разделы)

	подпись, дата	
Ведущий научный сотрудник, д.т.н.		Миркес Е.М. (разделы 3)

	подпись, дата	
Ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н., профессор		Яхно В.Г. (разделы)

	подпись, дата	
Ведущий научный сотрудник, д.б.н.		Яхно Т.А. (разделы)

	подпись, дата	
Ведущий научный сотрудник, д.б.н.		Ведунова М.В. (разделы)

	подпись, дата	
Старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.		Макаров В.А. (разделы)

	подпись, дата	
Старший научный сотрудник, к.т.н.		Зиновьев А.Ю. (разделы)

	подпись, дата	
Старший научный сотрудник, к.ф.-м.н., доц.		Кузенков О.А. (разделы)

	подпись, дата	

Старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.		Панкратова Е.В. (разделы)
	подпись, дата	
Старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.		Нуйдель И.В. (разделы)
	подпись, дата	
Научный сотрудник, к.ф.-м.н.		Тельных А.А. (разделы)
	подпись, дата	
Научный сотрудник, к.т.н.		Шемагина О.В. (разделы)
	подпись, дата	
Научный сотрудник, к.б.н.		Лобов С.А. (разделы)
	подпись, дата	
Научный сотрудник, к.ф.-м.н.		Леванова Т. А. (разделы)
	подпись, дата	
Научный сотрудник, к.ф.-м.н.		Сидоров С.В. (разделы)
	подпись, дата	
Научный сотрудник, к.ф.-м.н.		Смирнов Л.А. (раздел)
	подпись, дата	
Научный сотрудник, к.ф.-м.н.		Кастальский И.А. (разделы)
	подпись, дата	
Аспирант 2 года о/ф обучения Младший научный сотрудник		Лазаревич И.А. (разделы)
	подпись, дата	
Аспирант 3 года о/ф обучения, Младший научный сотрудник		Середа Я.А. (разделы)
	подпись, дата	
Аспирант 4 года о/ф обучения, Младший научный сотрудник		Коротков А.Г. (разделы)
	подпись, дата	
Аспирант 1 года о/ф обучения, Младший научный сотрудник		Москваленко В.А. (раздел)
	подпись, дата	
Аспирант 2 года о/ф обучения, Младший научный сотрудник		Болотов М.И. (раздел)

	подпись, дата	
Аспирант 3 года о/ф обучения, Младший научный сотрудник	_____	Калякулина А.И. (раздел)
	подпись, дата	
Младший научный сотрудник	_____	Крылова Н.П. (разделы)
	подпись, дата	
Младший научный сотрудник	_____	Соколова Е.С. (разделы)
	подпись, дата	
Младший научный сотрудник	_____	Ковальчук А.В. (разделы)
	подпись, дата	
Аспирант 3 года о/ф обучения, Инженер	_____	Шамшин М.О. (разделы)
	подпись, дата	
Студент 4 курса о/ф обучения, Лаборант	_____	Чура О.О. (разделы)
	подпись, дата	
Студент магистратуры 1 года о/ф обучения, Лаборант	_____	Колосов А.В. (раздел)
	подпись, дата	
Студент 4 курса о/ф обучения, Лаборант	_____	Алексеев С.В. (разделы)
	подпись, дата	
Студент 3 курса о/ф обучения, Лаборант	_____	Хорькин А.С. (раздел)
	подпись, дата	
Студент 4 курса о/ф обучения, Лаборант	_____	Рожнова М.А. (разделы)
	подпись, дата	
Студент 4 курса о/ф обучения, Лаборант	_____	Конева А.Д. (раздел)
	подпись, дата	

1 Ключевые показатели эффективности проекта

1.1 Мастер-классы для студентов, аспирантов и молодых ученых, проводимые А.Н. Горбанем

В лаборатории перспективных методов анализа многомерных данных еженедельно проводятся семинары по тематике проекта, где выступают как члены коллектива, так и приглашенные исследователи. Под руководством Горбаня А.Н. были проведена серия семинаров по второму этапу реализации работ по проекту, где были обсуждены траектории развития научных исследований участников проекта, определены результаты и сроки реализации. Было заслушано 17 докладов, в том числе 8 докладов аспирантов и студентов ННГУ.

Дата семинара	Докладчики и темы докладов
16.12.2019	• Середа Яна "Особенности работы сверточных сетей с квазипериодическими сигналами"
9.12.2019	• Екатерина Новикова "Трансформеры"
25.11.2019	• Хорькин Алексей "Реализация вариационного автокодировщика ЭКГ"
18.11.2019	• Конева Александра "Реализация сверточного автокодировщика электрокардиограммы(ЭКГ), как сжатого изображения"
05.08.2019	• Зиновьев А.Ю. «Новая концепция внутренней размерности данных»
25.06.2019	• Морозова Екатерина, Postdoctoral researcher, Eve Marder Lab, Brandeis University, Boston, MA« Effect of temperature on half-center oscillator networks»
12.06.2019	• Яхно В.Г. «Об "оптимальных" моделях сложных биофизических систем. 2.» Примеры разработок АВП - группы.
05.06.2019	• Яхно В.Г. «Об "оптимальных" моделях сложных биофизических систем. 1.» Примеры разработок АВП - группы.
08.05.2019	• Лачинов Д.А. «Каскадная организация UNet для сегментации опухолей мозга (в рамках конкурса BraTS-2018)»
24.04.2019	• Лачинов Д.А. Обзор по материалам участия в конференции "IEEE International Symposium on Biomedical Imaging" (2019 Apr 08-11, Venice, Italy).
10.04.2019	• Шамшин М.О. «The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain» (реферирование работы)
10.04.2019	• Сидоров С.В. «Коррекция систем искусственного интеллекта и стохастические теоремы об отделимости»
27.03.2019	• Золотых Н.Ю. «Как победить мультиколлинеарность?»
20.03.2019	• Середа Я.А. «Группы Ли в машинном обучении»
13.03.2019	• Горбань А.Н. «Три поколения моделей адаптации»
06.03.2019	• Горбань А.Н. «Моделирование адаптации и коллективные эффекты»

Список докладов на семинаре за все время выполнения проекта с отдельными презентационными материалами представлен на сайте лаборатории <http://dalab.unn.ru/Seminars/SeminarList.htm>.

А.Н. Горбань провел курс лекций «Интеллектуальная обработка данных» для студентов старших курсов, аспирантов и молодых ученых. По результатам курса слушатели получили удостоверения и сертификаты об повышении квалификации. Курс лекций был записан и выложен на портале youtube https://www.youtube.com/playlist?list=PLcDrEDOQaVTQBVXIkks0F_y5Oahn7Ia1o.

Также А.Н. Горбань руководит научными работами студентов магистратуры ИИТММ ННГУ. Два магистранта, С. В. Алексеев и А. Д. Конева, проходили стажировку в центре математического моделирования А.Н. Горбаня в Лестере в ноябре-декабре 2019.

16 апреля 2019 года А.Н. Горбань прочитал популярную лекцию по проекту для широкой аудитории студентов, аспирантов и научных работников в ИПФ РАН. Лекция была посвящена разработкам, которые сейчас ведутся в сфере нейронного искусственного интеллекта, о существующих ограничениях и проблемах, коорые могут привести к задержке развития приложений искусственного интеллекта.

А.Н. Горбань провел мастер-класс для молодых ученых - участников III Международной конференции «Наука будущего», г. Сочи 13 - 18 мая 2019 года (совместно с профессором Огановым из Сколтеха).

1.2 Подготовка к публикации статей по результатам проведенной работы

Опубликованные статьи в журналах из коллекции Web of Science (Science Citation Index Expanded):

1. H Chen, L Albergante, JY Hsu, CA Lareau, GL Bosco, J Guan, S Zhou, AN Gorban, DE Bauer, MJ Aryee, DM Langenau, A Zinovyev, JD Buenrostro, G-C Yuan, L Pinello, Single-cell trajectories reconstruction, exploration and mapping of omics data with STREAM. Nature communications. 2019 Apr 23;10(1):1903 <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09670-4>. (IF 2017 12.353, **Q1** in Multidisciplinary Sciences).

2. AN Gorban, VA Makarov, IY Tyukin, The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain, *Physics of Life Reviews*, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2018.09.005>. (IF 2017 13.783, **Q1** in biology and biophysics, the most cited journal in these categories).
3. AG Korotkov, AO Kazakov, TA Levanova, GV Osipov, The dynamics of ensemble of neuron-like elements with excitatory couplings, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 71 (2019), 38-49 <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2018.10.023>. (IF 2017 3.967, **Q1** in mathematics, applied, and mathematics, interdisciplinary applications).
4. AN Gorban, R Burton, I Romanenko, IY Tyukin, One-trial correction of legacy AI systems and stochastic separation theorems, *Information Sciences* 484 (2019) 237–254 <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.02.001>. (IF 2016 4.832, **Q1** in computer science, information systems).
5. IY Tyukin, AN Gorban, S Green, D Prokhorov, Fast Construction of Correcting Ensembles for Legacy Artificial Intelligence Systems: Algorithms and a Case Study <https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.11.057>. *Information Sciences* 485 (2019), 230-247 – (IF 2016 4.832, **Q1** in computer science, information systems).
6. IY Tyukin, D Iudin, F Iudin, T. Tyukina, V. Kazantsev, I Muhina, AN Gorban, Simple model of complex dynamics of activity patterns in developing networks of neuronal cultures, *PLoS One*, (2019), E 14(6): e0218304 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218304> (IF 2.766, **Q1** in Multidisciplinary Sciences).
7. A. Morozov, O.A. Kuzenkov, E.G. Arashkevich. Modelling optimal behavioural strategies in structured populations using a novel theoretical framework// *Scientific Reports*. V. 9, 15020 (2019) <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51310-w> (IF= 4.122, **Q1** in Multidisciplinary Sciences).
8. A.N. Gorban, Universal Lyapunov functions for non-linear reaction networks, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2019.104910> (IF=3.967, **Q1** in Mathematics, applied, and mathematics, interdisciplinary applications).
9. EV Pankratova, AI Kalyakulina, SV Stasenko, SY Gordleeva, IA Lazarevich, VB Kazantsev. Neuronal synchronization enhanced by neuron–astrocyte interaction. *Nonlinear Dynamics*, 97, 647–662 (2019) <https://doi.org/10.1007/s11071-019-05004-7>. (IF 2017 4.339, **Q1** In Engineering).
10. N. Sompairac, P.V. Nazarov, U. Czerwinska, U. Cantini, A. Biton, A. Molkenov, Z. Zhumadilov, E. Barillot, F. Radvanyi, A. Gorban, U. Kairov, A. Zinovyev. Independent

- Component Analysis for Unraveling the Complexity of Cancer Omics Datasets. Int. J. Mol. Sci. 2019, 20, 4414. <https://doi.org/10.3390/ijms20184414>. (IF=4.183, **Q1** in Computer Science Applications).
11. T. Yakhno, M Drozdov, V. Yakhno. Giant Water Clusters: Where Are They From? Int. J. Mol. Sci. 2019, 20, 1582; <https://doi.org/10.3390/ijms20071582>. (IF=4.183, **Q1** in Computer Science Applications).
 12. A. N. Gorban, E. M. Mirkes, I. Y. Tyukin. (2019). How Deep Should be the Depth of Convolutional Neural Networks: a Backyard Dog Case Study. Cognitive Computation. <https://doi.org/10.1007/s12559-019-09667-7> (IF=4.287, **Q1** in Computer science, artificial intelligence).
 13. L Cantini, U Kairov, A de Reynies, E Barillot, F Radvanyi, A Zinovyev. Assessing reproducibility of matrix factorization methods in independent transcriptomes. Bioinformatics. 2019, 35(21):4307-4313. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btz225> (IF=4.531, **Q1** in Mathematical & Computational Biology). The RBH construction tool is available from github: <http://goo.gl/DzpwYp>
 14. O Kuzenkov, A Morozov. Towards the Construction of a Mathematically Rigorous Framework for the Modelling of Evolutionary Fitness. Bulletin of Mathematical Biology. 2019, 81(11), 4675–4700.; <https://doi.org/10.1007/s11538-019-00602-3>. (IF 2017 1.484, **Q3** in Biology Mathematical)
 15. S.K. Sandhu, A. Morozov, O. Kuzenkov. Revealing Evolutionarily Optimal Strategies in Self-Reproducing Systems via a New Computational Approach // Bulletin of Mathematical Biology (2019) 81(11): 4701–4725, <https://doi.org/10.1007/s11538-019-00663-4>. . (IF 2017 1.484, **Q3** in Biology Mathematical).
 16. T Yakhno, V Yakhno, A Study of the Structural Organization of Water and Aqueous Solutions by Means of Optical Microscopy, Crystals 9(1) (2019), 52; <https://doi.org/10.3390/cryst9010052> – (IF 2017 2.144, **Q2** in Crystallography and Materials Science, Multidisciplinary)
 17. A.N. Gorban, A. Harel-Bellan, N. Morozova, A Zinovyev. (2019). Basic, simple and extendable kinetic model of protein synthesis. Mathematical Biosciences and Engineering, 16(6), 6602–6622. <https://doi.org/10.3934/mbe.2019329>. (IF= 1.313, **Q3** in Mathematical & computational biology)

Примечание 1. Во всех статьях 1-17 из этого списка упоминается только один российский проект, данный проект № 14.Y26.31.0022.

Примечание 2. Запланировано было 16 статей, из них 8 Q1. В данном списке 17 статей, из них 13 Q1.

Примечание 3. Интенсифицируется работа нижегородских ученых совместно с международными коллективами с публикацией совместных работ в рейтинговых журналах. В данном списке статьи 3, 6, 7, 9, 11, 14, 15, 16 имеют (со)авторов из Нижнего Новгорода. Всего 17 таких авторов.

Опубликованные статьи в изданиях из коллекции Scopus, не включенные в Web of Science:

1. S. V. Sidorov , N. Y. Zolotykh. (2019). On the Linear Separability of Random Points in the d-dimensional Spherical Layer and in the d-dimensional Cube. In Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (Vol. 2019-July). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2019.8852237>
2. O. Kuzenkov, A. Morozov, G Kuzenkova. (2019). Recognition of patterns of optimal diel vertical migration of zooplankton using neural networks. In Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (Vol. 2019-July). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2019.88520603>.
3. I. Sereda, S. Alekseev, A. Koneva, A. Kataev, G. Osipov. (2019). ECG Segmentation by Neural Networks: Errors and Correction. In Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (Vol. 2019-July). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2019.8852106>
4. E. M. Mirkes, J. Allohibi, A. N. Gorban. (2019). Do Fractional Norms and Quasinorms Help to Overcome the Curse of Dimensionality? In Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (Vol. 2019-July). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2019.8851899>
5. L. Albergante, J. Bac, A. Zinovyev, (2019). Estimating the effective dimension of large biological datasets using Fisher separability analysis. In Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (Vol. 2019-July). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2019.8852450>
6. I. Y. Tyukin, A. N. Gorban, B. Grechuk, S. Green, (2019). Kernel Stochastic Separation Theorems and Separability Characterizations of Kernel Classifiers. In Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (Vol. 2019-July). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2019.8852278>
7. Green S., Tyukin I., Gorban A. (2020) Using Convolutional Neural Networks to Distinguish Different Sign Language Alphanumerics. In: Oneto L., Navarin N., Sperduti A., Anguita D.

- (eds) Recent Advances in Big Data and Deep Learning. INNSBDDL 2019. Proceedings of the International Neural Networks Society, vol 1. Springer, Cham, pp 276-285, https://doi.org/10.1007/978-3-030-16841-4_29
8. I.V. Moskalenko, N. Zolotikh, G. Osipov. Deep learning for ECG segmentation. In: Kryzhanovsky B., Dunin-Barkowski W., Redko V., Tiumentsev Y. (eds) Advances in Neural Computation, Machine Learning, and Cognitive Research III. Neuroinformatics 2019. Studies in Computational Intelligence, vol 856. Springer, Cham. 2020. V. 856. pp. 246–254. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30425-6_29
 9. M.A.Rozhnova, M.A.Kazantsev, E.V. Pankratova (2020) Brain Extracellular Matrix Impact on Neuronal Firing Reliability and Spike-Timing Jitter. In: Kryzhanovsky B., Dunin-Barkowski W., Redko V., Tiumentsev Y. (eds) Advances in Neural Computation, Machine Learning, and Cognitive Research III. Neuroinformatics 2019. Studies in Computational Intelligence, vol 856. Springer, Cham, pp 190-196. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30425-6_22

Примечание 1. Во всех статьях из этого списка упоминается только один российский проект, данный проект № 14.Y26.31.0022.

Примечание 2. Работы 1-6 - это труды одной из главных ежегодных мировых конференций по тематике проекта. Они планируются к индексированию в Web of Science Core Collection, но пока для трудов 2019 года это не произошло.

Примечание 3. Среди авторов этих 9 работ 15 сотрудников лаборатории из Нижнего Новгорода, среди них 4 аспиранта и 2 магистранта.

Работы, опубликованные в прочих рецензируемых журналах или рецензируемых трудах конференций:

1. И.В. Нуйдель, А.В. Колосов, В.А. Демарева, В.Г. Яхно “Применение феноменологической математической модели для воспроизведения эффекта взаимодействия эндогенных и экзогенных осцилляций при нейробиоуправлении”, Современные технологии в медицине (СТМ), 2019, том 11, номер 1, стр. 103-108. DOI: <http://doi.org/10.17691/stm2019.11.1.12>; <http://www.stm-journal.ru/ru/numbers/2019/1/1515>;
2. А.А. Тельных, И.В. Нуйдель, О.В. Шемагина. Биоморфная модель кортикальной колонки для семантического анализа изображений //XXI международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2019: сборник научных трудов. В двух

- частях. Часть 2. - Москва: МФТИ, 2019, 159-169, ISBN 978-5-89155-323-1 (Ч2), ISBN 978-5-89155-321-7
3. И.В. Нуйдель, А.В. Колосов, С.А. Полевая, В.Г. Яхно Математическая модель динамики альфа-ритма ЭЭГ при ритмической фотостимуляции в процессе нейробиоуправления // XXI международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2019: сборник научных трудов. В двух частях. Часть 1. - Москва: МФТИ, 2019, 101-109, ISBN 978-5-89155-322-4 (Ч1), ISBN 978-5-89155-321-7
 4. Н.Ш. Александрова, В.А. Антонец, И.В. Нуйдель, О.В. Шемагина, В.Г. Яхно Моделирование ряда особенностей формирования естественного билингвизма // XXI международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2019: сборник научных трудов. В двух частях. Часть 1. - Москва: МФТИ, 2019, 150-159, ISBN 978-5-89155-322-4 (Ч1), ISBN 978-5-89155-321-7
 5. Т.А. Яхно, В.Г. Яхно Физико-химическая эволюция дисперсной фазы воды при ее высыхании. // Актуальные вопросы биологической физики и химии, 2019, том. 4, № 1, 9-16. (2х-летний IF РИНЦ - 0,039).
 6. С. В. Алексеев, А. Д. Конева, Я. А. Середа Сегментация ЭКГ Нейронными сетями: ошибки и их исправление // XXI международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2019: сборник научных трудов. В двух частях. Часть 2. - Москва: МФТИ, 2019, 141-150, ISBN 978-5-89155-322-4 (Ч1), ISBN 978-5-89155-321-7
 7. А.В. Чернышов, С.А. Лобов. Хеббовское и конкурентное обучение в импульсных нейронах // Сборник научных трудов XXI Международная научно-техническая конференция Нейроинформатика-2019. Стр. 195-203.
 8. О.А. Кузенков, Г.В. Кузенкова, Т.П. Киселева Компьютерная поддержка учебно-исследовательских проектов в области математического моделирования процессов отбора // Образовательные технологии и общество. 2019. Т. 22. № 1. С. 152-163.
 9. М.И. Болотов, Г.В. Осипов «Коллективная динамика импульсно-связанных нейроноподобных элементов», XXI Международная научно-техническая конференция "Нейроинформатика-2019": сборник научных трудов, часть 2, стр. 169-174.
 10. С.В. Стасенко, И.А. Лазаревич, В.Б. Казанцев Генерация квазисинхронных пачечных разрядов в модели нейрон-глиальной сети // XXI международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2019: сборник научных трудов. В двух частях. Часть 1. - Москва: МФТИ, 2019, 116-124, ISBN 978-5-89155-322-4 (Ч1), ISBN 978-5-89155-321-7.
 11. Н.Ш. Александрова, В.А. Антонец, И.В. Нуйдель, О.В. Шемагина, В.Г. Яхно Моделирование ряда особенностей формирования естественного билингвизма // XXI

международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2019: сборник научных трудов. В двух частях. Часть 1. - Москва: МФТИ, 2019, 150-159, ISBN 978-5-89155-322-4 (Ч1), ISBN 978-5-89155-321-7

Примечание. В работах из этого списка участвуют 22 нижегородских исследователя. Из них – 8 аспирантов и студентов.

Тезисы докладов:

1. A. Zinovyev Single-cell trajectories reconstruction, exploration and mapping of omics data with STREAM. Talk at International Conference on Systems Biology-2019, Okinawa, 4 Nov 2019.
2. A. Zinovyev Inferring complex pseudo-time trajectories in single cell data using elastic principal graphs and STREAM pipeline. Moscow conference on Computational Molecular Biology, 30 July 2019. Moscow.
3. Т.А. Яхно , В.Г. Яхно Структура и фазовые переходы воды по данным оптической микроскопии. // Сборник научных трудов VI Съезда биофизиков России, 2019, т. 2, с. 91-92.
4. N.Sh. Alexandrova , V.A. Antonets , I.V. Nuidel , O.V. Shemagina , V.G. Yakhno Формализованное описание спонтанного обучения нескольким языкам. // Сборник научных трудов VI Съезда биофизиков России, 2019, т. 1, с.332-333
5. В.Г. Яхно Природные и технические когнитивные системы: в чем их различие? // Сборник научных трудов VI Съезда биофизиков России, 2019, т. 1, с.37.
6. В.Г. Яхно, Н.Ш.Александрова, В.А.Антонец, И.В.Нуйдель, О.В.Шемагина, Моделирование режимов спонтанного освоения нескольких языков как инструментов общения. // «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2017» Труды VI Всероссийской конференции, Нижний Новгород, ИПФ РАН, 2019, стр. 27-30.
7. В.Г. Яхно , А.А. Тельных , И.В. Нуйдель , О.В. Шемагина Нейроподобные (нейроморфные) модели и примеры областей их практического применения. // Международный форум "Микроэлектроника-2019", 5-я Международная научная конференция "Электронная компонентная база и микроэлектронные модули", Сборник тезисов, Республика Крым, г.Алушта, 30 сентября - 05 октября 2019 г., 586-587.
8. В.Г. Яхно , В.Г. Яхно , А.М.Пахомов , О.В. Шемагина , М.Г. Марковский , А.Г. Санин, В.В. Казаков Физическая модель нейроморфной системы для быстрой оценки соответствия многокомпонентных жидкостей своим эталонам. // Международный форум "Микроэлектроника-2019", 5-я Международная научная конференция

- "Электронная компонентная база и микроэлектронные модули", Сборник тезисов, Республика Крым, г.Алушта, 30 сентября - 05 октября 2019 г., 587-591.
9. Т.А.Яхно, В.Г. Яхно Микроструктура и фазовые переходы воды по данным оптической микроскопии. // Сборник трудов второй Всероссийской конференции «Физика водных растворов», 17-18 октября 2019 г., с. 44-45.
https://www.researchgate.net/publication/336678616_Mikrostruktura_i_fazovye_perehody_v_ody_po_dannym_opticeskoj_mikroskopii
 10. Я.А. Середа К математической постановке задачи выбора архитектуры сети. Международная конференция "Нейронные сети послезавтра: проблемы и перспективы", 2019, - тезисы.
 11. О.А.Кузенков , Г.В. Кузенкова Математическая модель передачи информации в процессе обучения// VI Всероссийская конференция «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2019». Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2019. - 234 с.. 2019. С. 107-108
 12. О.А. Кузенков, Г.В. Кузенкова Идентификация функции приспособленности с использованием нейронной сети// VI Всероссийская конференция «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2019». Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2019. - 234 с.. 2019. С. 103-106.
 13. Е.В. Панкратова, А.И. Калякулина, С.В. Стасенко, С.Ю. Гордлеева, И.А. Лазаревич, В.Б. Казанцев. Особенности нейронной синхронизации в нейрон-астроцитарных сетях. Материалы XII Международной школы-конференции “Хаотические автоколебания и образование структур” (ХАОС-2019), с.61, 1–6 октября 2019, Саратов. Саратов: ООО “Издательский центр “Наука” ISBN 978-5-9999-1023-3.

Статьи, поданные в журналы, индексируемые в Web of Science или Scopus:

1. S.V. Stasenko, I.A. Lazarevich, M.A. Rozhnova, E.V. Pankratova, V.B. Kazantsev, Oscillations of the brain extracellular matrix induced by interactions with neurons, Plos One, accepted. (IF 2.766, Q1 in Multidisciplinary Sciences)
2. L. Albergante ,E.M. Mirkes , H Chen, A Martin, L Faure, E Barillot, L Pinello, Gorban, A. Zinovyev Robust and scalable learning of data manifolds with complex topologies via ElPiGraph. Представлена в журнал Entropy (Q2). Препринт доступен по адресу: <https://arxiv.org/abs/1804.07580>

3. S. A. Lobov, A. N. Mikhaylov, M. Shamshin, V. A. Makarov, and V. B. Kazantsev, "Spatial properties of STDP in a self-learning spiking neural network enable controlling a mobile robot," Front. Neurosci., Submitted.
4. J. Bac, A. Zinovyev (2019). Lizard brain: tackling locally low-dimensional yet globally complex organization of multi-dimensional datasets. Frontiers in Neurorobotics, Accepted.
5. A. Telnykh, I. Nuidel, Y. Samorodova "Construction of efficient detectors for character information recognition", Postproceedings of the 10th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2019 (Tenth Annual Meeting of the BICA Society). Procedia Computer Science (2019), принята к публикации.
6. O. Kuzenkov, G. Kuzenkova. Identification of the Fitness Function using Neural Networks. Postproceedings of the 10th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2019 (Tenth Annual Meeting of the BICA Society). Procedia Computer Science 2019 (принято к публикации)

1.3 Публикации о ходе проекта и обсуждение его результатов

Подготовлен и опубликован пресс-релиз по новой технологии обработки данных о состоянии и активности генов и других важных данных одновременно для десятков тысяч клеток (single cell omics), на портале ННГУ, а также на зарубежных и российских информационных порталах, в том числе:

EurekAlert!

http://ct.moreover.com/?a=39338929213&p=1pl&v=1&x=RnaGMVue_5H7jmYILCcOFA;

The Medical News

[http://ct.moreover.com/?a=39345285079&p=1pl&v=1&x=oJTpgdRIHxjrPSO43lew_g ;](http://ct.moreover.com/?a=39345285079&p=1pl&v=1&x=oJTpgdRIHxjrPSO43lew_g;)

Bioengineer

[https://bioengineer.org/the-grammar-of-cell-development-branching-time/;](https://bioengineer.org/the-grammar-of-cell-development-branching-time/)

Science Magazine

[https://scienmag.com/the-grammar-of-cell-development-branching-time/.](https://scienmag.com/the-grammar-of-cell-development-branching-time/)

И на российских новостных порталах, в частности

- <https://regnum.ru/news/2649042.html>
- <https://news.myseldon.com/ru/news/index/212142934>
- <https://nnovgorod.bezformata.com/listnews/vetvyasheesya-vremya-rasskazhet-o-rabote/75622032/>

- <https://doctor.rambler.ru/news/42346610-vetvyascheesya-vremya-rasskazhet-o-rabote-genov-desyatkov-tysyach-kletok-odnovremenno/>

Пресс-релиз посвящен технологии, опубликованной в статье:

H Chen, L Albergante, JY Hsu, CA Lareau, GL Bosco, J Guan, S Zhou, AN Gorban, DE Bauer, MJ Aryee, DM Langenau, A Zinovyev, JD Buenrostro, G-C Yuan, L Pinello, Single-cell trajectories reconstruction, exploration and mapping of omics data with STREAM. Nature Communications. 2019 Apr 23;10(1):1903. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09670-4>

Текст пресс-релиза с сайта ННГУ (<http://www.unn.ru/site/about/news/vetvyashcheesya-vremya-rasskazhet-o-rabote-genov-desyatkov-tysyach-kletok-odnovremenno>) (русская версия)

Грамматика ветвящегося времени клеточного развития

Крупнейшее достижение науки последних лет — это технология получения информации о тысячах индивидуальных клеток, извлеченных из организма. Так называемые «омики» отдельных клеток (геномика, эпигеномика, транскриптомика, протеомика) дают нам геномы тысяч индивидуальных клеток, состояния и активности различных генов в них, а также наличие различных протеинов в этих клетках. Данные о каждой клетке удобно представить как точку в очень многомерном пространстве. В результате работы новой технологии ученые получают тысячи точек (клеток) в пространстве огромной размерности. Эти данные открывают колоссальные и еще не полностью осознанные возможности для развития биологии и персонализированной медицины.

Идея ветвящегося времени развития позволяет преобразовать получаемые горы данных к более понятному, читаемому и интерпретируемому виду. Представляется, что каждая клетка лежит на некоторой траектории развития. Эти траектории могут ветвиться там, где клетка в своем развитии делает выбор одного варианта будущего из нескольких возможных. Геометрически эти траектории развития с точками бифуркации на них представляют собой ветвящееся время развития.

Новая технология извлечения этого ветвящегося времени из данных была разработана большой международной командой исследователей, включающей 15 ученых из 6 стран: США, Китая, Франции, Италии, Великобритании и России. Сложные деревья строятся с использованием грамматик элементарных преобразований. На каждом шаге базового алгоритма выбирается то элементарное преобразование, которое дает наибольший выигрыш в качестве аппроксимации данных.

Метод топологических грамматик для обработки сложных данных общей природы был предложен еще в 2007 г. А.Н. Горбанем (Великобритания, в настоящее время руководит выполнением мегагранта в ННГУ им. Лобачевского, Нижний Новгород) и его учеником А.Ю. Зиновьевым (Франция, в настоящее время сотрудничает в выполнении мегагранта в ННГУ). Этот метод развивался в рамках широкого международного сотрудничества и был использован для создания специализированного программного продукта STREAM, строящего ветвящее время клеточного развития из данных «омик» индивидуальных клеток. Статья с описанием метода и первых результатов его применения опубликована в новом номере журнала «Nature Communication»:

H Chen, L Albergante, JY Hsu, CA Lareau, G Lo Bosco, J Guan, S Zhou, AN Gorban, DE Bauer, MJ Aryee, DM Langenau, A Zinovyev, JD Buenrostro, G-C Yuan, and L Pinello, Single-cell trajectories reconstruction exploration and mapping of omics data with STREAM, Nature Communications, volume 10, Article number: 1903 (2019), <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09670-4>

Программное обеспечение STREAM, его вычислительное ядро EIPiGraph и другие относящиеся к проекту программы свободно доступны онлайн: <https://github.com/lamhda>

Проект частично поддержан Министерством Науки и Высшего Образования РФ, проект № 14.Y26.31.0022.

Журнал Physics of Life Reviews организовал дискуссию обзора результатов по проекту и новых идей экспертами в нейронауках

Обсуждалась статья:

AN Gorban, VA Makarov, IY Tyukin, The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain, Physics of Life Reviews, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2018.09.005> – (IF 2017 13.783, Q1 in biology and biophysics, the most cited journal in these categories) (со ссылкой на проект)ю

9 статей комментариев экспертов опубликовано в настоящее время:

[1] Kůrková V. Some insights from high-dimensional spheres: Comment on “The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in highdimensional brain” by Alexander N. Gorban et al. Phys Life Rev 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.03.014>

- [2] Tozzi A, Peters JF. The Borsuk-Ulam theorem solves the curse of dimensionality: Comment on "The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain" by Alexander N. Gorban et al. Phys Life Rev 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.04.008>
- [3] Varona P. High and Low dimensionality in Neuroscience and Artificial Intelligence: Comment on "The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain" by A.N. Gorban et al. Phys Life Rev 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.02.008>
- [4] Barrio R. "Brainland" vs. "flatland": how many dimensions do we need in brain dynamics? Comment on the paper "The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain" by Alexander N. Gorban et al. Phys Life Rev 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.02.010>
- [5] Kreiman G. It's a small dimensional world after all: Comment on "The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in highdimensional brain" by Alexander N. Gorban et al. Phys Life Rev 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.03.015>
- [6] Fortuna L. Nonlinear effects for the reinforcement of small neural ensembles in high dimensional brain: Comment on "The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain" by A.N. Gorban, V.A. Makarov, I.Y. Tyukin. Phys Life Rev 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.03.004>
- [7] Van Leeuwen C. The reasonable ineffectiveness of biological brains in applying the principles of high-dimensional cybernetics: Comment on "The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain" by Alexander N. Gorban et al. Phys Life Rev 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.03.005>
- [8] Quian Quiroga R. Akakhievitch revisited: Comment on "The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain" by Alexander N. Gorban et al. Phys Life Rev 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.02>
- [9] Kreinovich V. The heresy of unheard-of simplicity: Comment on "The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain" by A.N. Gorban, V.A. Makarov, and I.Y. Tyukin. Phys Life Rev 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.04.006>

Итог дискуссии с обсуждением всех комментариев и новых идей опубликован в нашей статье (со ссылкой на проект):

AN. Gorban, VA. Makarov, IY. Tyukin, Symphony of high-dimensional brain, Phys Life Rev, Volume 29, July 2019, Pages 115-119, <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.06.003> (IF 2017=13.783, **Q1** in biology and biophysics, the most cited journal in these categories)

Подготовлен и опубликован пресс-релиз по новой технологии исправления ошибок в системах искусственного интеллекта, отображающий данную дискуссию.

EurekaAlert!

A new approach to the correction of artificial intelligence errors is proposed

An international team of researchers successfully solves more 'riddles' of the multidimensional brain and proposes a new approach that allows artificial intelligence systems to teach each other

https://www.eurekaalert.org/pub_releases/2019-08/lu-ana080519.php

Этот пресс-релиз обсуждался в Интернете. Некоторые ссылки даны ниже.

- <https://into.ai/blog/news-stories/a-new-approach-to-the-correction-of-artificial-intelligence-errors-is-proposed/>
- <http://iot.ng/index.php/2019/08/05/a-new-approach-to-the-correction-of-artificial-intelligence-errors-is-proposed-eurekaalert/>
- <http://eng.unn.ru/news2/a-new-approach-to-the-correction-of-artificial-intelligence-errors-is-proposed>
- http://www.vremyan.ru/news/uchenye_iz_nngunauchat_iskustvennyj_intellekt_uchitsya_na_sobstvennykh_oshibkakh.html
- <https://vestinn.ru/news/society/125958/>
- <https://news.rambler.ru/other/42680212-uchenye-predlozhili-novyy-podhod-k-ispravleniyu-oshibok-iskusstvennogo-intellekta/>
- <https://indicator.ru/mathematics/uchenye-predlozhili-novyi-podkhod-k-ispravleniyu-oshibok-iskusstvennogo-intellekta-18-08-2019.htm>
- <https://www.poisknews.ru/news/uchenye-nashli-novyj-podhod-k-ispravleniyu-oshibok-iskusstvennogo-intellekta/>
- https://ru.telegram.one/indicator_news/10141

Пресс релиз на русском языке с сайта ННГУ <http://www.unn.ru/site/about/news/uchjonye-predlozhili-novyj-podkhod-k-ispravleniyu-oshibok-iskusstvennogo-intellekta>

:

Предложен новый подход к исправлению ошибок искусственного интеллекта
16.08.2019 Дискуссия ведущих учёных по проблемам многомерного мозга

В журнале «Physics of Life Reviews», имеющем один из высших импакт-факторов в категориях «Биология» и «Биофизика», опубликована статья «Симфония многомерного мозга» («Symphony of high-dimensional brain»).

Авторы статьи, всемирно известные учёные российского происхождения, – главный научный сотрудник лаборатории перспективных методов анализа многомерных данных Университета Лобачевского, профессор Университета Лестера (Великобритания) Александр Горбань, ведущий научный сотрудник лаборатории перспективных методов анализа многомерных данных Университета Лобачевского, профессор Университета Лестера (Великобритания) Иван Тюкин, а также старший научный сотрудник лаборатории нейросетевых технологий Университета Лобачевского, профессор Университета Комплутенсе (Мадрид, Испания) Валерий Макаров, – завершают широкую дискуссию в журнале «Physics of Life Reviews».

В центре обсуждения были две проблемы:

- Как быстро и эффективно исправлять ошибки искусственного интеллекта (ИИ)?
- Чем объясняется эффективность малых нейронных ансамблей в многомерном мозге?

Единый подход к этим проблемам был предложен в статье этих же авторов, – «Непостижимая эффективность малых нейронных ансамблей в многомерном мозге» («The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain»), – опубликованной ранее в данном журнале. Эта статья и послужила источником дискуссии. Существо дела авторы видят в геометрии многомерных пространств. Один из участников дискуссии, знаменитый эксперт в нейронауках Р. Куиан Куирога (R. Quijan Quiroga) предложил называть предложенный подход по имени авторов – GMT-подходом.

Как отмечает Александр Горбань, в многомерии облака данных приобретают неожиданно простые свойства. Даже в больших случайных наборах данных каждая точка с большой вероятностью отделима от всех других точек плоскостью, которая строится по явным формулам.

«Это явление стохастической отделимости (stochastic separation) одновременно служит основой и коррекции ошибок искусственного интеллекта, и таких нейрофизиологических феноменов как «бабушкины клетки» (grandmother of concept cells). Так называются отдельные нейроны, селективно реагирующие на предъявление какого-либо образа («бабушки»).

Системы искусственного интеллекта ошибаются и будут ошибаться. Человек должен разработать эффективную технологию обработки ошибок искусственного интеллекта или отказаться от использования искусственного интеллекта в важных проектах», – подчеркнул профессор Горбань.

Согласно GMT-подходу, если обнаружена ошибка искусственного интеллекта, то ее можно исправить на будущее, отделив простым правилом (плоскостью) ситуацию с ошибкой от прочих ситуаций, где ошибок не было. Легко строятся каскады таких простых корректоров. Они позволяют исправлять ошибки искусственного интеллекта без переучивания исходной системы, которое требует несравненно больше времени и различных ресурсов.

По мнению учёных, «бабушкины клетки» (grandmother of concept cells) легко могут отделить специфический многомерный сигнал от всех остальных без создания сложных и существенно нелинейных правил. Новые модели нейронной памяти в многомерном мозге также предложены профессорами Горбанем, Макаровым и Тюкиным (GMT-модели).

В обсуждении GMT-подхода участвовали 10 всемирно известных экспертов, результатом этого обсуждения стало доказательство состоятельности GMT-подхода. Модели уже подтверждены реальными приложениями. Новая технология исправления ошибок работает. Она исправляет ошибки искусственного интеллекта «на лету» и позволяет системам искусственного интеллекта обучать друг друга. Новые GMT-модели памяти допускают экспериментальную проверку и уже дают неожиданные предсказания. Обсуждение экспертами открывает новые проблемы и горизонты работы.

Исследования поддержаны Министерством науки и высшего образования Российской Федерации и реализуются в рамках выигранного ННГУ мегагранта.

Ссылки на статьи:

Gorban A.N., Makarov V.A., Tyukin I.Y. Symphony of high-dimensional brain: Reply to comments on “The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain”. Phys Life Rev, 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2019.06.003>, а также препринт-версия <https://arxiv.org/pdf/1906.12222.pdf>.

Gorban A.N., Makarov V.A., Tyukin I.Y. The unreasonable effectiveness of small neural ensembles in high-dimensional brain. Phys Life Rev, 2019; <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2018.09.005> (open access)

Примечание. Формальные показатели по количеству пресс-релизов и широкого обсуждения не были включены в план, однако такое направление работы было запланировано.

1.4 Организация симпозиумов и коференций по тематике проекта

- 14 - 19 июля 2019 года на объединенной конференции по нейронным сетям (The International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)) в Будапеште, Венгрия была

организована специальная секция «Metrology of AI: blessing of dimensionality, tolerance and fits» для представления результатов проекта. Было представлено три устных доклада исполнителей проекта, имеющих международную репутацию (докладчики А.Н. Горбань, И.В. Тюкин, А.Ю. Зиновьев, работы выполнены в соавторстве с другими исследователями), а также три стендовых доклада других сотрудников (докладчики = нижегородские исследователи Н.Ю. Золотых, О.А. Кузенков, Я.А. Середа – аспирант ННГУ, работы выполнены в соавторстве с другими исследователями). Среди авторов докладов два магистранта и один аспирант ННГУ.

- 7 - 11 октября 2019 года в рамках международной конференции «Нейроинформатика 2019» (г. Долгопрудный) был организован международный семинар «Геометрия больших данных». Также на конференции были представлены доклады сотрудников лаборатории. Информация о конференции доступна по адресу <http://neuroinfo.ru/index.php/ru/info/progcomitee>. А.Н. Горбань был председателем программного комитета конференции.

- 30 ноября по 2 декабря 2019 года была организована Международная конференция «Нейронные сети послезавтра: проблемы и перспективы» (г. Нижний Новгород, «City Hotel Sova»). Работа проходила в нескольких форматах, включая доклады участников, лекции, семинары и круглые столы. С докладами выступили представители около 40 профильных учреждений из 11 российских городов, а также Белоруссии, Казахстана, Германии, Великобритании и Ирана. Было представлено 44 доклада и одна специальная лекция. Кроме того, более 20 выступлений было заслушано на круглых столах и открытых дискуссиях, проводившихся на темы:

=Проблема ошибок, доверия и коррекции нейросетевого ИИ,

=Искусственные нейронные сети и мозг,

=Глубокое обучение – мода или прорыв?

Программный комитет был сформирован в составе:

А.Н. Горбань, д.ф.-м.н., профессор, Университет Лестера (Великобритания), ННГУ им.Н.И. Лобачевского (председатель),

В.Л. Дунин-Барковский, д.ф.-м.н., профессор, НИИСИ РАН, МФТИ,

Б.В. Крыжановский, д.ф.-м.н., член-корреспондент РАН, ЦОНТ НИИСИ РАН,

В.Г. Яхно, д.ф.-м.н., профессор, ИПФ РАН.

В ходе конференции обсуждались следующие темы: Ошибки нейросетевого искусственного интеллекта и способы их коррекции; Метрология нейронных сетей и уровень доверия к их решению; Нейросетевой искусственный интеллект в критических технологиях и проблемы безопасности; Конструирование будущей экосистемы

искусственного интеллекта. Основной задачей конференции стало выделение в интенсивном современном развитии возможных проблем нейронных сетей и искусственного интеллекта и формирование подходов к их решению. С программой конференции, тезисами докладов и презентациями можно ознакомиться на сайте конференции <http://conf.neuro.unn.ru/nn2019/>.

Примечание. Этот контрольный показатель выше запланированного значения. Планировался один международный семинар по тематике проекта. Проведено две международных конференции (одна из них в Нижнем Новгороде, другая в Долгопрудном) и одна секция на большой международной конференции.

1.5 Участие ведущего ученого и членов научного коллектива в конференциях, научных семинарах, симпозиумах

- Коллектив исполнителей проекта принял участие в следующих конференциях и семинарах:
- 13 - 18 мая 2019 года, III международная конференция «Наука будущего», г. Сочи (в том числе лекция и мастер-класс А.Н. Горбаня для молодых ученых);
- 14 - 19 июля 2019 года, объединенная конференция по нейронным сетям (The International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2019)), Будапешт, Венгрия;
- 7 - 11 октября 2019 года, международная конференция «Нейроинформатика 2019», г. Долгопрудный, Россия;
- 30 ноября по 2 декабря 2019 года, международная конференция “Нейронные сети послезавтра: проблемы и перспективы”, г. Нижний Новгород, «City Hotel Sova»;
- 16 - 21 сентября 2019 года, VI Съезд биофизиков России, г.Сочи, Россия;
- 1 - 6 октября 2019 года, 12-ая Международная школа-конференция «Хаотические автоколебания и образование структур» (ХАОС-2019), г.Саратов, Россия.
- 30 сентября по 5 октября 2019 года, международный форум «Микроэлектроника 2019», г. Алушта, Россия;
- 18-20 декабря 2019 года, Fundamental and Applied Problems of Machine Learning Workshop, Nizhniy Novgorod, Russia;
- 27 – 30 июля 2019 года, Moscow conference on Computational Molecular Biology, Москва, Россия
- 1- 5 ноября 2019 года, ICSB 2019 - 20th International Conference on Systems Biology, Okinawa, Japan

- 28 января – 2 февраля 2019 г., XXVI Международная конференция “Математика. компьютер. образование”. г. Пущино
- 23–27 сентября 2019 года, VI Всероссийская конференция «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях – 2019», ИПФ РАН, Нижний Новгород
- 17-20 июня 2019 г., XIII Всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2019), Москва, ИПУ РАН
- 21 ноября - 24 ноября 2019 года, Международный конгресс «Современные проблемы компьютерных и информационных наук». XIV Международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии и ИТ-образование». г. Москва, МГУ
- 16-19 July 2019, 7th International Conference «Mathematical Models in Ecology and Evolution», Lyon (France)

1.6 Оснащение лаборатории оборудованием, материалами и комплектующими для проведения исследований

С целью выполнения научно-исследовательских работ по проекту было закуплено:

- аппаратно-программный комплекс «Нейробюро» для создания, проведения эксперимента и анализа окулограмм;
- комплекс оборудования для создания студии записи, дистанционного обучения и конференцсвязи
- программно-аппаратный комплекс сбора и хранения экспериментальных данных
- проектор, видеокамера и штатив
- вычислительный узел с аппаратным нейроускорителем
- комплектующие для нейровычислительного комплекса
- мобильные станции для предобработки данных.

1.7 Отбор коллекций и потоков данных для детального анализа

Репозиторий <https://github.com/Folifolo/SegmentationECG> содержит код обучения и тестирования ансамбля нейросетей, размечающих структуру сердечного цикла на электрокардиограммах (сам ансамбль, его результативность описаны в работах [1],[2]). Данные для обучения – открытый набор данных Lobachevsky University Electrocardiography

Database (LUDB). Пополняются открытые коллекции данных и программного обеспечения на <https://github.com/lamhda>.

Подготовлены к использованию в проекте данные по психологии употребления наркотиков. Данные собраны в рамках другого проекта, но отобраны для детального анализа в данном проекте. Об этих данных А.Н. Горбанем и Е.М. Миркесом с соавторами издана монография в 2019 г. (не включена в проект, но материал отобран для дальнейшей работы). Fehrman, E., Egan, V., Gorban, A. N., Levesley, J., Mirkes, E. M., Muhammad, A. K. (2019). *Personality Traits and Drug Consumption*. Springer International Publishing.

Оборудование для запланированного сбора психофизиологических данных в Нижнем Новгороде закуплено и интенсивный сбор данных с их одновременной обработкой будет производиться с начала 2020 г.

Собраны уникальные данные по микроструктуре воды. Опубликованы первые результаты в рейтинговых журналах (в том числе Q1) и на серии конференций (работы Т.А. Яхно и В.Г. Яхно с соавторами). Данные пополняются и готовятся к Интернет-публикации и дальнейшей обработке.

Продолжается накопление данных и публикация результатов их обработки по спонтанной биоэлектрической активности первичных культур клеток гиппокампа на разных этапах развития *in vitro* (DIV). ННГУ является одним из лидеров в получении таких данных.

Для тестирования систем обработки видеоинформации отобраны доступные коллекции данных и собраны оригинальные данные, которые систематически используются для отладки и тестирования новых методов машинного обучения (см. Главы 2-5 данного отчета).

В рамках международного сотрудничества передана для обработки база одноклеточных данных, полученных применением технологией scRNASeq к небольшому участку ткани мышинного мозга. База содержит транскриптомные профили 20000 генов для 44000 клеток (данные не опубликованы и получены в рамках сотрудничества с лабораторией Петра Харченко, совместная статья готовится к печати, см Главу 7 данного отчета).

1.8 Подача заявки на международный патент

Подана международная заявка на изобретение «Система обратимой коррекции выходных сигналов/решений систем искусственного интеллекта и способ обратимой коррекции выходных сигналов/решений систем искусственного интеллекта с использованием этой системы» (24.12.2019 года №58).

1.9 Выигранные гранты и поданные заявки на гранты за отчетный период по направлению научного исследования, руководителями которых являются члены научного коллектива

Выигранный грант сотрудниками лаборатории по тематике проекта

Название: "Нелинейная динамика нейронных сетей, реализующих когнитивную обработку динамических ситуаций в мозге"

Годы выполнения: 2019-2021

Размер гранта: 6 млн руб.

Руководитель Макаров Валерий Анатольевич

Исполнители: Лобов С., Крылова Н., Шамшин М., Бажанова М.

Номер соглашения: 19-12-00394

Поданная заявка на грант сотрудниками лаборатории по тематике проекта (совместно с ЛЭТИ)

Название: Разработка новой технологии автоматического построения цифровых двойников олигопептидных аптамеров, пространственно комплементарных к белкам-маркерам заболеваний

Годы выполнения: 2020-2022

Размер гранта: 6 млн руб.

Руководитель Горбань Александр Николаевич

Номер проекта: 20-15-00168

1.10 Заключение

Запланированные значения показателей эффективности проекта достигнуты, а некоторые планы перевыполнены. Однако главным достижением этого года считаю комбинацию

чисто научных и прикладных результатов, полученных командой проекта, с очевидной интенсификацией исследовательской работы большой группы исследователей из Нижнего Новгорода и развитием международного сотрудничества (включая молодых ученых, аспирантов и магистрантов).