

АННОТАЦИЯ
научных исследований, проведенных в 1 полугодии 2020 года

Договор между Министерством образования и науки Российской Федерации, федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского",

(наименование российской образовательной организации высшего образования, научного учреждения, подведомственного Федеральному агентству научных организаций, государственного научного центра Российской Федерации - получателя гранта)

и Горбанем Александром Николаевичем _____

(фамилия, имя, отчество (при наличии) ведущего ученого)

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

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

Проректор по научной работе _____
(должность уполномоченного лица российской образовательной организации высшего образования научного учреждения, подведомственного Федеральному агентству научных организаций, государственного научного центра Российской Федерации)

Иванченко М.В.
(подпись) (фамилия, имя, отчество)
М.П.

1. Краткое описание выполненных работ научного исследования

В ходе реализации проекта были проведены следующие работы согласно плану работ:

- I. Разработка теории иерархий рецептивных полей, построенных из многих независимых или слабо зависимых малых нейронных ансамблей;
- II. Теоретический анализ максимальной достижимой точности и принципа неопределенности в проблеме моделирования/идентификации/ Наблюдения;
- III. Тестирование моделирования оптимальной сложности на моделях больших экосистем;
- IV. Разработка, программная реализация и тестирование каскадных алгоритмов, основанных на иерархиях рецептивных полей, построенных из большого числа независимых или слабо зависимых нейронных ансамблей;
- V. Сравнение алгоритмов «одевания» приближенных моделей множествами независимых или слабо зависимых малых нейронных ансамблей с базовыми алгоритмами на тестовых заданиях;
- VI. Сравнение каскадных алгоритмов основанных на иерархиях рецептивных полей построенных из многих независимых или слабо зависимых малых нейронных ансамблей с базовыми алгоритмами на тестовых заданиях;
- VII. Идентификация типов нейронов по электрофизиологическим данным и данным морфологической реконструкции;
- VIII. Приложение разработанной техники к идентификации неизвестных типов промежуточных нейронов в областях гиппокампа;
- IX. Отбор коллекций и потоков данных для детального анализа;
- X. Адаптация методов и программного обеспечения для анализа отобранных данных; анализ отобранных данных;
- XI. Мастер-классы для студентов, аспирантов и молодых ученых, проводимые А.Н. Горбанем;
- XII. Организация двух международных семинаров: Малые нейронные ансамбли и мозг,
- XIII. Подготовка к публикации статей по результатам проведенной работы;
- XIV. Подготовка двух заявок на патент
- XV. Оснащение лаборатории оборудованием, материалами и комплектующими для проведения исследований;
- XVI. Участие ведущего ученого и членов научного коллектива в конференциях, научных семинарах, симпозиумах;
- XVII. Разработка и анализ математических моделей нейронной активности на основе анализа электрофизиологических данных (НИР выполняется Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»);
- XVIII. Анализ электромиографических сигналов, предсказание движений.
- XIX. Создание искусственных нейронных сетей инкорпорирующих биологически релевантные детали, влияние специфических биофизических свойств на функционирование и обучение нейронных сетей

2. Краткое описание полученных научных результатов

I. - В рамках пункта работ «Разработка теории иерархий рецептивных полей, построенных из многих независимых или слабо зависимых малых нейронных ансамблей» была выполнена следующая работа:

а. Проведено исследование понятия 1-выпуклости (линейной отделимости) случайных множеств точек, имеющих равномерное распределение в d -мерном шаровом слое. По результатам работ принята к печати научная работа и представлен доклад на международной конференции:

S.V. Sidorov, N.Yu. Zolotykh, Linear and Fisher Separability of Random Points in the d-dimensional Spherical Layer, proceeding of IJCNN 2020 - International Joint Conference on Neural Networks, Budapest Hungary, 19-24 July 2020, accepted.

б. Разработана, имплементирована и протестирована ансамблевая версия EIPiGraph, масштабируемый и надежный метод построения ансамблей главных графов. EIPiGraph использует и далее развивает концепцию упругой энергии аппроксимантов, топологический подход к грамматике графов и градиентную оптимизацию топологии графов, подобную наискорейшему спуску. Метод способен выдерживать высокие уровни шума и способен аппроксимировать облака точек данных с помощью ансамблей главных графов. Эта стратегия может быть использована для оценки статистической значимости сложных признаков данных и их отображения в едином консенсусном главном графе. EIPiGraph эффективно работает с большими наборами данных в различных областях, таких как биология, где он может быть использован, например, с одноклеточными транскриптомными или эпигеномными наборами данных для определения динамики экспрессии генов и восстановления ландшафтов дифференцировки.

Albergante, L.; Mirkes, E.; Bac, J.; Chen, H.; Martin, A.; Faure, L.; Barillot, E.; Pinello, L.; Gorban, A.; Zinovyev, A. Robust and Scalable Learning of Complex Intrinsic Dataset Geometry via EIPiGraph. Entropy 2020, 22, 296. <https://doi.org/10.3390/e22030296> (WoS Q2)

II. - В рамках пункта работ «Теоретический анализ максимальной достижимой точности и принципа неопределенности в проблеме моделирования/идентификации/ Наблюдения» была выполнена следующая работа:

Получен и исследован принцип дополнительности между возможностью коррекции моделей и защитой интеллектуальных систем от внешних атак: увеличение возможности коррекции также открывает возможность для атак. Построены конструктивные критерии, найдены алгоритмы улучшения защиты (алгоритмы «щита») и алгоритмы атак (алгоритмы «меча»). Принят доклад на Всемирном конгрессе вычислительного интеллекта (WCCI2020). Готовится статья в Q1 журнал.

I.Y. Tyukin, D. Higham, A.N. Gorban On Adversarial Examples and Stealth Attacks in Artificial Intelligence Systems, proceeding of WCCI2020, IJCNN 2020 –International Joint Conference on Neural Networks, Glasgow, UK, 19-24 July 2020, Paper N-21348.

III. - В рамках пункта работ «Тестирование моделирования оптимальной сложности на моделях больших экосистем» была выполнена следующая работа:

Выполнены работы по гибриднему моделированию популяций планктона с использованием принципов эволюционной оптимальности и отбора. Показано, как искусственные нейронные сети могут быть применены для идентификации функции приспособленности живых организмов. Разработанная методика применяется для определения вертикальных миграций зоопланктона в океане и озерах. Для идентификации функции приспособленности была создана искусственная нейронная сеть, обеспечивающая распознавание ее коэффициентов с учетом ключевых характеристик водной среды.

Kuzenkov O., Kuzenkova G. Identification of the Fitness Function using Neural Networks//Procedia Computer Science, 2020, Volume 169, Page 692 <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.179> (Scopus)

Получен неожиданный новый результат о биологическом принципе детального равновесия, позволяющий разделять задачи о равновесии локальной экологической динамики и миграционных потоков в предположении эволюционной оптимальности. Готовится статья в Q1 журнал.

IV. - В рамках пункта работ «Разработка, программная реализация и тестирование каскадных алгоритмов, основанных на иерархиях рецептивных полей, построенных из большого числа независимых или слабо зависимых нейронных ансамблей» была выполнена следующая работа:

а. Разработан метод генерации ЭКГ для одного сердечного цикла с использованием вариационного автоэнкодера. Целью было закодировать исходный сигнал ЭКГ, используя как можно меньше признаков. Используя этот метод, мы извлекли вектор из 25 новых признаков, которые во многих случаях можно интерпретировать. Сгенерированная ЭКГ имеет вполне естественный вид. Низкое значение показателя максимального среднего расхождения, 3.83×10^{-3} , также указывает на хорошее качество генерации ЭКГ. Извлеченные новые функции помогут улучшить качество автоматической диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. Создание новых синтетических ЭКГ позволит нам решить проблему отсутствия размеченных ЭКГ для использования в обучении с учителем. По результатам работ принята к печати научная работа и представлен доклад на международной конференции:

V. V. Kuznetsov, V. A. Moskalenko, N. Yu. Zolotykh Electrocardiogram Generation and Feature Extraction Using a Variational Autoencoder, proceeding of Neuroinformatics 2020

б. Экспериментально исследовались проблемы и особенности низкоразмерных репрезентаций ЭКГ, получаемых в сверточных автокодировщиках. Исследовалось влияние архитектуры, регуляризаторов и функционалов ошибки на свойства репрезентации. По результатам работ принята к печати научная работа и представлен доклад на международной конференции:

I.Sereda, S.Alekseev, A. Koneva, A.Khorkin, G. Osipov, Problems of representation of electrocardiograms in convolutional neural networks, WCCI2020, IJCNN 2020 –International Joint Conference on Neural Networks, Glasgow, UK, 19-24 July 2020, Paper N- 20451

V. - В рамках пункта работ «Сравнение алгоритмов «одевания» приближенных моделей множествами независимых или слабо зависимых малых нейронных ансамблей с базовыми алгоритмами на тестовых заданиях» была выполнена следующая работа:

Проведено сравнение на модельных задачах химической кинетики. Работа будет продолжена на моделях биохимических и экологических систем. Результаты будут опубликованы в течение 2020 г.

VI. - В рамках пункта работ «Сравнение каскадных алгоритмов основанных на иерархиях рецептивных полей построенных из многих независимых или слабо зависимых малых нейронных ансамблей с базовыми алгоритмами на тестовых заданиях»

Продолжается массивное тестирование на задачах распознавания, используя общедоступные и оригинальные базы данных. Предполагаемые приложения – системы безопасности для обслуживания беспилотного транспорта и для распознавания угроз в больших скоплениях людей.

VII, VIII. - В рамках пункта работ «Идентификация типов нейронов по электрофизиологическим данным и данным морфологической реконструкции» и «Приложение разработанной техники к идентификации неизвестных типов промежуточных нейронов в областях гиппокампа» предложены алгоритмы для решения этой задачи, они имплементированы и протестированы. Решение экспериментальных задач предполагается во второй половине 2020 г. (Задержка экспериментов обусловлена эпидемической ситуацией.)

IX, X. - В рамках пункта работ «Отбор коллекций и потоков данных для детального анализа» и «Адаптация методов и программного обеспечения для анализа отобранных данных; анализ отобранных данных» продолжается отбор и коллекция потоков экспериментальных данных ЭМГ-паттернов и электрокардиограмм, адаптация методов и программного обеспечения для анализа отобранных данных и анализ отобранных данных. Введена в научный оборот новая база кардиологических данных по инфарктам миокарда. База использована для тестирования новых алгоритмов. Представлена статья в Q1 журнал

Golovenkin SE, Bac J, Chervov A, Mirkes EM, Orlova YV, Barillot E, Gorban AN and Zinovyev A. Trajectories, bifurcations and pseudotime in large clinical datasets: applications to myocardial infarction and diabetes data. 2020. GigaScience.

XI. - В лаборатории еженедельно проводятся семинары по тематике проекта, где выступают как члены коллектива, так и приглашенные исследователи. Под руководством Горбаня А.Н. были проведена серия установочных семинаров по третьему этапу реализации работ по проекту, где были обсуждены траектории развития научных исследований участников проекта, определены результаты и сроки реализации.

В рамках лаборатории весной 2020 года были защищены магистерские диссертации членов научного коллектива Александрой Коневой («Методы предобработки сигнала электрокардиограммы») и Сергеем Алексеевым («Нейросетевой метод детектирования артефактов на электрокардиограммах») по направлению подготовки - Прикладная математика и информатика.

Готовятся к передаче ННГУ два семестровых видеокурса лекций, Mathematical Modelling and Data Mining and Neural Networks, прочитанных профессором Горбанем в Великобритании для магистрантов по специальности «Data Analysis for Business Intelligence». Начата подготовка к созданию аналогичной совместной специальности ННГУ и University of Leicester.

XII. - В рамках пункта работ «Организация двух международных семинаров: Малые нейронные ансамбли и мозг» была организована специальная секция «**VALIDATION, EXPLANATION, AND CORRECTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS**» под руководством Горбаня Александра Николаевича и Тюкина Ивана Юрьевича в рамках международной конференции **IEEE WORLD CONGRESS ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE (WCCI) 2020**, 19 - 24th July, 2020, Glasgow (UK), где, в частности, будет представлено 6 докладов по результатам проекта.

Под вопросом остается только проведение большой международной итоговой конференции. В зависимости от развития ситуации, возможно придется либо изменить формат на онлайн конференцию, либо перенести ее на 2021 год.

XIII. – Опубликовано 10 статей в изданиях из коллекции Web of Science Core Collection, в том числе

А. 4 статьи WoS Science Citation Index Expanded

1. Lazarevich I., Stasenko S., Rozhnova M., Pankratova E., Dityatev A., Kazantsev V. (2020) Activity-dependent switches between dynamic regimes of extracellular matrix expression. PLoS ONE 15(1): e0227917. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227917> (IF 2.766, Q1 in Multidisciplinary Sciences)

2. J. Bac, A. Zinovyev. Lizard Brain: Tackling Locally Low-Dimensional Yet Globally Complex Organization of Multi-Dimensional Datasets, *Front Neurorobot.* 2020;13:110. doi:10.3389/fnbot.2019.00110. **(IF 2019: 2.574, Q2 in COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE)**

3. L. Albergante, E. Mirkes, J. Bac, H. Chen, A. Martin, L. Faure, E. Barillot, L. Pinello, A. Gorban, A. Zinovyev, Robust and scalable learning of complex intrinsic dataset geometry via EIPiGraph. *Entropy.* 2020; 22(3), 296. <https://doi.org/10.3390/e22030296>. **(IF 2019: 2.494, Q2 in PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY)**

4. Mirkes, E.M., 2020. Universal Gorban's Entropies: Geometric Case Study. *Entropy*, 22(3), p.264. DOI:10.3390/e22030264 **(IF 2019: 2.494, Q2 in PHYSICS, MULTIDISCIPLINARY)**

B. 6 статей в WoS Core Collection (Conference Proceedings)

1. J. Bac, A. Zinovyev. Local intrinsic dimensionality estimators based on concentration of measure, proceeding of WCCI2020, IJCNN 2020 –International Joint Conference on Neural Networks, Glasgow, UK, 19-24 July 2020, paper N-21312.

2. Kuzenkov O., Morozov A., Kuzenkova G. Machine learning evaluating evolutionary fitness in complex biological systems, proceeding of WCCI2020, IJCNN 2020 - International Joint Conference on Neural Networks, Glasgow, UK, 19-24 July 2020

3. I.Sereda, S.Alekseev A. Koneva A.Khorkin G. Osipov, Problems of representation of electrocardiograms in convolutional neural networks, WCCI2020, IJCNN 2020 –International Joint Conference on Neural Networks, Glasgow, UK, 19-24 July 2020, Paper N- 20451

4. S.V. Sidorov, N.Yu. Zolotykh, Linear and Fisher Separability of Random Points in the d-dimensional Spherical Layer, proceeding of WCCI2020, IJCNN 2020 –International Joint Conference on Neural Networks, Glasgow, UK, 19-24 July 2020, Paper N-20953.

5. I.Y. Tyukin, D. Higham, A.N. Gorban On Adversarial Examples and Stealth Attacks in Artificial Intelligence Systems, proceeding of WCCI2020, IJCNN 2020 –International Joint Conference on Neural Networks, Glasgow, UK, 19-24 July 2020, Paper N-21348.

6. Mirkes, E.M., 2020. Artificial Neural Network Pruning to Extract Knowledge, proceeding of WCCI2020, IJCNN 2020 –International Joint Conference on Neural Networks, Glasgow, UK, 19-24 July 2020, Paper N- 20541:

- Подготовленные и представленные статьи:

1. Golovenkin SE, Bac J, Chervov A, Mirkes EM, Orlova YV, Barillot E, Gorban AN and Zinovyev A. Trajectories, bifurcations and pseudotime in large clinical datasets: applications to myocardial infarction and diabetes data. 2020. GigaScience.

2. Яхно Т.А., Яхно В.Г. Исследование роли микродисперсной фазы воды при переходе ее в состояние активации. // Статья подана в журнал Актуальные вопросы биологической физики и химии.

3. Tatiana Yakhno, Vladimir Yakhno. Virtual and Real Water. What is the Difference? Preprint. doi:10.20944/preprints201912.0199.v1 <https://www.preprints.org/manuscript/201912.0199/v1>

4. Tatiana Yakhno, Alexander Pakhomov, Anatoly Sanin, Vyacheslav Kazakov, Ruben Ginoian, Vladimir Yakhno. Small universal E-taster for rapid comparative analysis of liquids. // Preprint <http://arxiv.org/abs/2006.15565>

- Иные опубликованные статьи (Scopus, РИНЦ, Arxiv):

1. Kuzenkov O., Kuzenkova G. Identification of the Fitness Function using Neural Networks//Procedia Computer Science, 2020, Volume 169, Page 692 <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.179> (Scopus)
2. Süzen, N., Gorban, A. N., Levesley, J., Mirkes, E. M. (2020). Automatic short answer grading and feedback using text mining methods. Procedia Computer Science, 169, 726-743. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.171> (Scopus)
3. Kuzenkov O. Information Technologies of Evolutionarily Stable Behavior Recognition// Modern Information Technology and IT Education, 2020, Volume 1201 Page 250 / Series: Communications in Computer and Information Science DOI: 10.1007/978-3-030-46895-8_20 (Scopus)
4. Кузенков О.А., Кузенкова Г.В. Моделирование эволюционно устойчивого поведения зоопланктона с использованием технологий распознавания образов. // Современные информационные технологии и ИТ-образование. Т. 15. № 4. 2019. С. 892-899. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.15.201904.916-923>.
5. V. V. Kuznetsov, V. A. Moskalenko, N. Yu. Zolotykh Electrocardiogram Generation and Feature Extraction Using a Variational Autoencoder, proceeding of Neuroinformatics 2020
6. Mirkes, E.M., Allohibi, J. and Gorban, A.N., 2020. Fractional norms and quasinorms do not help to overcome the curse of dimensionality. arXiv preprint arXiv:2004.14230.

XIV. - Идет активная работа по подготовке необходимой документации для подачи заявок на российский и международный патенты.

XV. - Идет подготовка закупочной документации для дооснащения лаборатории необходимым оборудованием, материалами и комплектующими для проведения исследований.

XVI. - Коллектив исполнителей проекта принял участие в следующих конференциях и семинарах:

- 19-24 июля 2020 года, объединенная конференция по нейронным сетям (The International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2020) в рамках Всемирного Конгресса Вычислительного Интеллекта 2020 (WCCI2020), Глазго, Великобритания (онлайн- формат).
- 3 – 5 июня 2020 г. XV Международной конференция «Устойчивость и колебания нелинейных систем управления» (конференция Пятницкого), Москва.
- 29 февраля – 6 марта 2020 года, XIX научная школа «Нелинейные волны – 2020», Нижний Новгород
- 9-12 июня 2020 года 13th Chaotic Modeling and Simulation International Conference (онлайн-формат).
- 22–23 июня 2020 года, Современная подготовка инженеров, на базе НТИ СПбПУ.

XVII. - В рамках пункта работ «Разработка и анализ математических моделей нейронной активности на основе анализа электрофизиологических данных (НИР выполняется Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»)» были выполнены следующие работы:

а. Представлен доклад на Конференцию «Нейроинформатика-2020» - А.А. Тельных, И.В.Нуйдель, О.В.Шемагина Биоморфная структурно-функциональная модель обработки информации в живых системах

б. Подготовлен и принят доклад на Международную конференцию World Congress on Biosensors and Bioelectronics during September 29-30, 2020 ,Osaka, Japan - Т. Yakhno, A. Pakhomov, A. Sanin, V. Kazakov, R. Ginoian, V. Yakhno. Electronic taster for express assessment of the compliance of multicomponent liquids with their ethalons. // World Congress on Biosensors and Bioelectronics during September 29-30, 2020 at Osaka, Japan with a theme “Technical Developments in Biosensors and Bioelectronics”. Abstract + E-poster. Accepted

XVIII. - В рамках пункта работ «Анализ электромиографических сигналов, предсказание движений» была сформирована и актуализирована база данных электромиографических сигналов, используемых для предсказания движений.

XIX. - В рамках пункта работ «Создание искусственных нейронных сетей инкорпорирующих биологически релевантные детали, влияние специфических биофизических свойств на функционирование и обучение нейронных сетей» были выполнены следующие работы:

а. Представлен доклад на конференцию «Нейроинформатика-2020» - А.Н. Горбань, С.Б. Парин, С.А. Полевая, М.А. Филияев, Н.П. Ашина, И.В. Нуйдель, О.В. Шемагина, В.Г. Яхно
 Моделирование этапов поведения человека при стрессовых нагрузках

б. Разработана и исследована модель зависимой от активности регуляции нейронной динамики внеклеточным матриксом мозга. По результатам работы подготовлена и опубликована научная статья, результаты исследований представлены на российской и международной конференциях:

1. Lazarevich I., Stasenko S., Rozhnova M., Pankratova E., Dityatev A., Kazantsev V. (2020) Activity-dependent switches between dynamic regimes of extracellular matrix expression. PLoS ONE 15(1): e0227917. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227917> (IF 2.766, Q1 in Multidisciplinary Sciences).
2. Maiya A. Rozhnova, Victor B. Kazantsev, Evgeniya V. Pankratova. Role of the neuronal firing rate in emergence of chaotic brain extracellular matrix dynamics. Book of Abstracts of the 13th Chaotic Modeling and Simulation International Conference (9-12 June, 2020). P. 107-108 http://www.cmsim.org/images/Book_of_Abstracts_CHAOS_2020-.pdf
3. М.А. Рожнова, Е.В. Панкратова, С.В. Стасенко, В.Б. Казанцев. Влияние типа бистабильной динамики внеклеточного матрикса мозга на формирование паттерна нейронной активности. XIX научная школа «Нелинейные волны – 2020». Тезисы докладов. 2020. С. 204. http://www.nonlinearwaves.sci-nnov.ru/images/NW-2020_1.pdf

3. Достигнутые значения показателей эффективности выполнения научного исследования

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	План	Факт
1.	Количество кандидатов наук в составе научного коллектива	чел.	2	9
2.	Количество аспирантов в составе научного коллектива, обучающихся в образовательной/научной организации	чел.	3	6
3.	Количество студентов в составе научного коллектива, обучающихся в образовательной организации	чел.	5	6
4.	Количество статей ведущего ученого и других членов научного коллектива по направлению научного исследования, опубликованных в научных изданиях, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (Web of Science Core Collection)	ед.	16	5 опубл. (журн)+ 1 принята (журн)+ 6 принято конф.
4.1.	в том числе, количество статей в научных изданиях, входящих в первый квартиль (Q1) научных	ед.	8	1 опубл.

	журналов базы данных «Сеть науки «(Web of Science Core Collection)			
5.	Количество заявок на выдачу патента на изобретение, полезную модель или промышленный образец по направлению научного исследования, авторами которых являются ведущий ученый и/или другие члены научного коллектив	ед.	2	0
5.1.	в том числе поданных по международной процедуре	ед.	1	0

4. Продолжительность личного присутствия ведущего ученого для очного руководства лабораторией и проводимым научным исследованием

Ведущий ученый присутствовал в Университете Лобачевского для очного руководства лабораторией и проводимым научным исследованием в течение 01.03.2020-07.03.2020 (7 дней).

В ходе визита ведущий ученый провел установочное заседание семинара по итогам 2019 года (второй год проекта) и по выполнению планов на 2020 год. Проведена работа с отдельными группами исполнителей проекта и студентами (магистрантами, аспирантами). Провел совещание с руководством фирмы Intel в России и руководителями работ Intel в России по компьютерному зрению для организации взаимодействия в ходе третьего года проекта и для создания условий для продления проекта на 2021-2022 годы в сотрудничестве с высокотехнологическими предприятиями. Также с этой целью проводилась подготовка совместного проекта с фирмой Huawei и ННГУ. Проводилась работа с активными участниками работ по другим мегагрантам, выполняемым в ННГУ (лабораториями профессора Клаудио Франчески и профессора Бернардо Спаньоло).

Карантин в Великобритании и в России затрудняет очное присутствие профессора Горбаня в России в ближайшие 2 - 3 месяца. В связи с этим, налажена система онлайн коммуникации и управления работами, взаимодействие с группами исполнителей и индивидуальное руководство на регулярной основе.

А.Н. Горбань активно участвует в публичных мероприятиях и экспертизе в России в удаленном режиме. В частности:

- Прочел приглашенную лекцию: «Фронтальные инженерные проблемы и задачи с примерами из разработки «искусственного интеллекта» на конференции «Современная подготовка инженеров». 22–23 июня 2020 года, на базе НТИ СПбПУ.
- Был приглашенным экспертом на дискуссии с участниками группы «Искусственный Интеллект» по проекту стратегии развития ЛЭТИ в этом направлении. 28 мая 2020 года, на базе Центра трансформации образования Московской школы управления СКОЛКОВО.

При открытии возможностей для безопасных путешествий и публичных мероприятий профессор Горбань будет очно пребывать в ННГУ для руководства проектом.

Планируемые сроки пребывания ведущего ученого: с октября по декабрь 2020 года.

5. Фактический размер израсходованных средств субсидии на предоставление гранта (тыс. руб.)

На 15 июля 2020 года происходит трудоустройство членов научного коллектива. Расходование по остальным статьям расходов на данный момент не производилось.

6. Внебюджетные средства, фактически привлеченные для проведения научного исследования (тыс. руб.)

Привлечение внебюджетных средств планируется во втором полугодии 2020 года.