Факультет географии и
геоинформационных технологий

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В РЕШЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАДАЧ: ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ОПЫТ

Круглый стол
«Применение искусственного интеллекта (ИИ)
для решения инженерно-геодезических задач»
23 октября 2025 года

Подольская Екатерина Сергеевна, к. т. н.,
доцент Факультета географии и геоинформационных технологий НИУ ВШЭ,
ведущий научный сотрудник Лаборатории мониторинга лесных экосистем ЦЭПЛ РАН
epodolskaya@hse.ru
ekaterina.podolskaia@gmail.com

Термин машинного обучения

В 1959 году компания IBM опубликовала в журнале *IBM Journal of Research and Development* статью с интригующим и туманным названием. Ее автор, сотрудник IBM Артур Самуэль, исследовал вопрос о применении машинного обучения в контексте игры в шашки «для проверки того факта, что компьютер можно запрограммировать таким образом, чтобы он научился играть в шашки лучше, чем человек, написавший программу»[6].

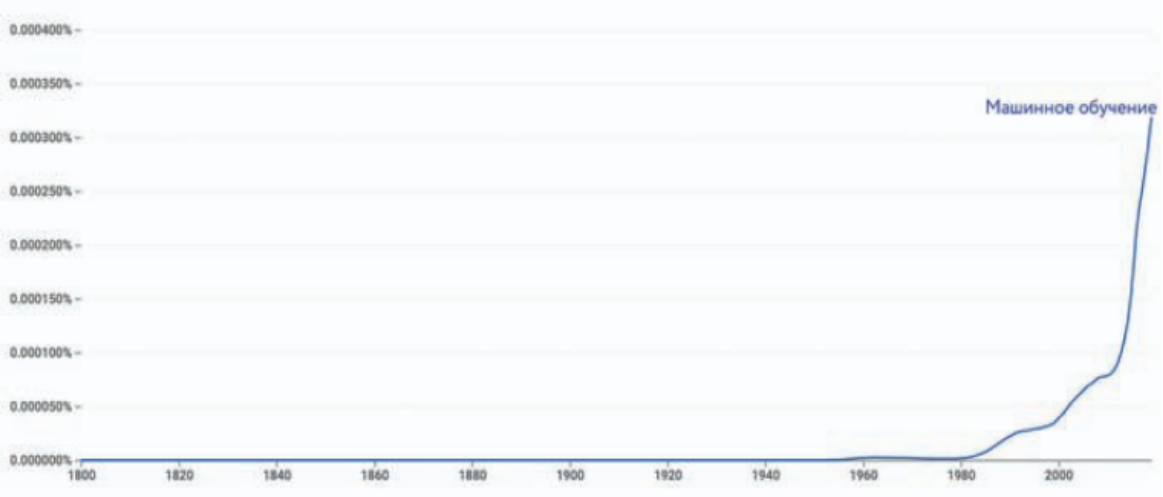


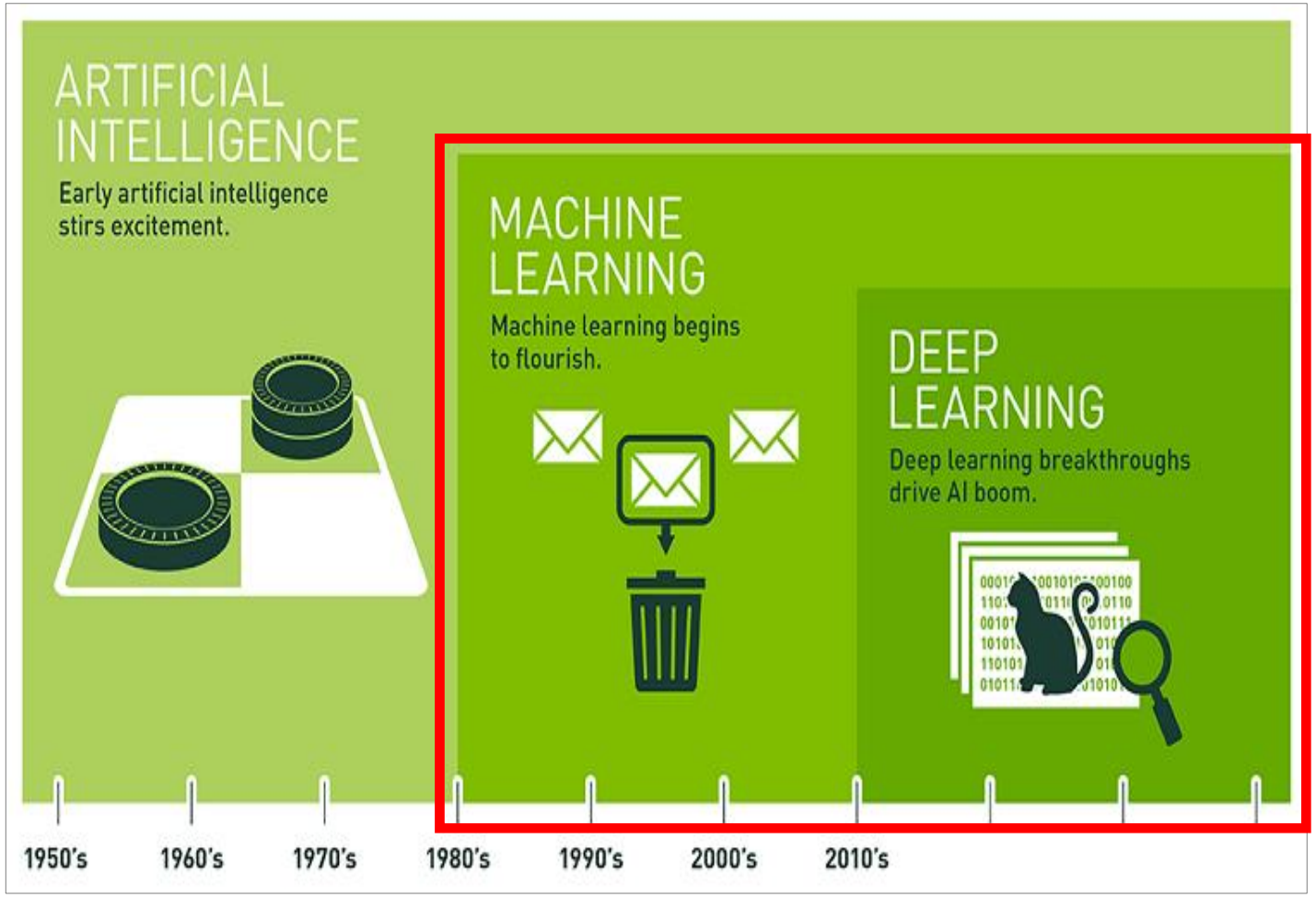
Рис. 1. История упоминания термина «машинное обучение» в опубликованных книгах. Источник: *Google Ngram Viewer*, 2017.

- **Ключевая характеристика машинного обучения - это концепция самообучения.**
- **Она подразумевает применение статистического моделирования для выявления закономерностей и повышения производительности на основе данных и эмпирической информации без использования прямых команд.**
- **Артур Самуэль назвал это способностью обучаться без явного программирования.**

Arthur Samuel, "Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers" IBM Journal of Research and Development, Vol. 3, Issue. 3, ***1959.***

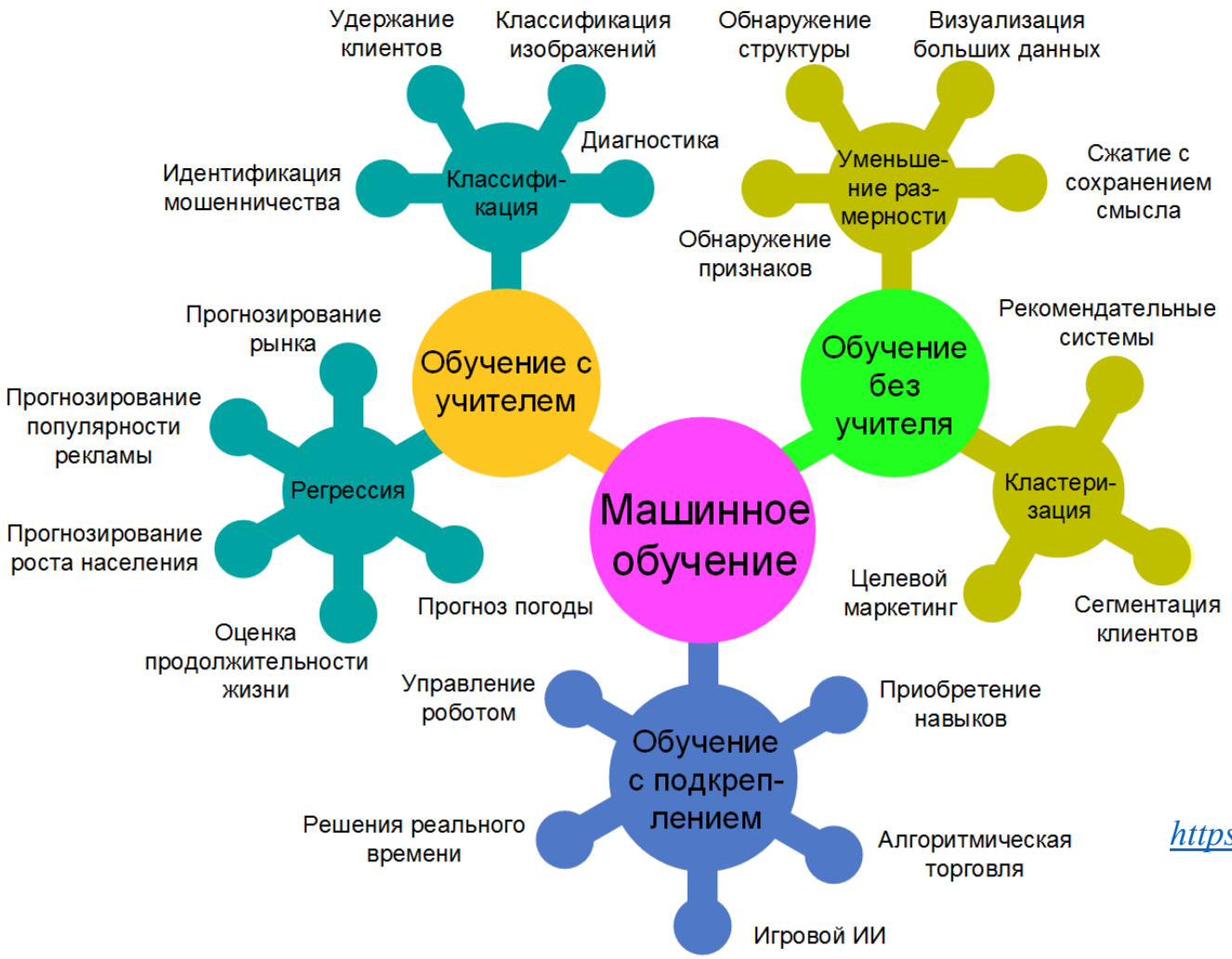
Развитие ИИ во времени
Место машинного обучения в системе ИИ

The timeline for artificial intelligence. Source: NVIDIA



https://gistbok.ucgis.org/bok-topics/artificial-intelligence-tools-and-platforms-gis

Методы машинного обучения



https://raw.githubusercontent.com/foobar167/articles/master/Machine_Learning/Brochure/data/Ris2.15-Nekotoryye-tipovyye-zadachi-mashinnogo-obucheniya.png

Разнообразие приложений машинного обучения

Труды ИСП РАН, том 32, вып. 6, 2020 г. // Trudy ISP RAN/Proc. ISP RAS, vol. 32, issue 6, 2020

DOI: 10.15514/ISPRAS–2020–32(6)–11

Обзор методов классификации сетевого трафика с использованием машинного обучения

ВОПРОСЫ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ
Том 9 • Номер 1 • Январь-март 2019
ISSN 2222-0372
Russian Journal of Innovation Economics
издательство Креативная экономика

Методы машинного обучения при выборе стратегии предприятия

Кричевский М.Л.[1]
[1] Санкт-Петербургский государственны
тербург, Россия

АННОТАЦИЯ:
Выбор стратегий предприятия особенн
неточности определения переменных,
дении конкурентов. В такой ситуации с
методы, входящие в состав машинного
ки выбора стратегии с помощью инстру
анализа и отбора наиболее важных по
методики на имитированных или реаль
тод главных компонентов. Среди инстру
поставленной задачи являются нейрон
комплексе Statistica реализован механи
ронная сеть в виде персептрона позвол
выбирать схему действий организации,
ятии.

ФИНАНСИРОВАНИЕ. Исследование вы
проекта № 18-010-00338А.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стратегия пред
вая система, отбор признаков, выбор ст

Информатика. Экономика. Управление// Informatics. Economics. Management
2024; 3(4)
http://oajiem.com/

УДК: 004.85:658.012.2
DOI: https://doi.org/10.47813/2782-5280-2024-3-4-0313-0321
EDN: VYXUKR

Машинное обучение в бизнес-аналитике

И. Н. Карцан, С. А. Нуриев

ФГБУН ФИЦ «Морской гидрофизический институт РАН», г. Севастополь, Россия

Аннотация. Машинное обучение включает использование алгоритмов и статистических моделей, которые позволяют компьютерам повысить эффективность выполнения задач на основе опыта, накопленного с помощью данных. При интеграции в бизнес-аналитику алгоритмы машинного обучения анализируют обширные массивы данных, чтобы выявить закономерности, корреляции и выводы, которые могут быть упущены из виду традиционными методами. Машинное обучение революционизирует бизнес-аналитику, снабжая организации передовыми инструментами для обработки больших объемов данных, более точных прогнозов и совершенствования процессов принятия решений. Позволяя компьютерам учиться на данных без необходимости эксплицитного программирования, машинное обучение позволяет компаниям выявлять скрытые тенденции, прогнозировать будущие результаты и автоматизировать сложные задачи с большей точностью. Эта технология повышает эффективность работы и дает предприятиям конкурентное преимущество в более глубоком понимании их данных. В этой статье мы рассмотрим роль машинного обучения в бизнес-аналитике, сосредоточив внимание на его практических приложениях, ключевых преимуществах, проблемах и преобразующем влиянии, которое ожидается от него во всех отраслях мира в ближайшие годы. По мере развития технологий, машинное обучение будет играть все более важную роль в формировании будущего бизнеса, предоставляя новые возможности для инноваций, эффективности и роста.

Ключевые слова: машинное обучение, бизнес аналитика, прогнозирование, массивы данных, принятие решений, интеллектуальные системы.

Молодой исследователь Дона ДГТУ **№5(32) 2021**

УДК 004.852

МОДЕЛЬ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОПУСКОВ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТАМИ

М. А. Третьяк, В. В. Фуников, О. А. Сафарьян, А. Е. Щекатурин, П. П. Орехов
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

**Рассматриваются вопросы программной реализации модели машинного обучения, способной составить прогноз посещаемости занятий студентом, основанный на заранее собранных реальных данных, сформированных путем опроса и анализа статистики. В данной работе был использован алгоритм обучения дерево принятия решений, основанный на использовании древовидного графа. Программная реализация алгоритма основана на расчете вероятности наступления того или иного события, преиму
решение прини
вопрос, возмож
прогнозирани
прогноза.**

Ключевые слова
датафрейм, дере

УДК 330.46

Людмила Робертовна Борисова

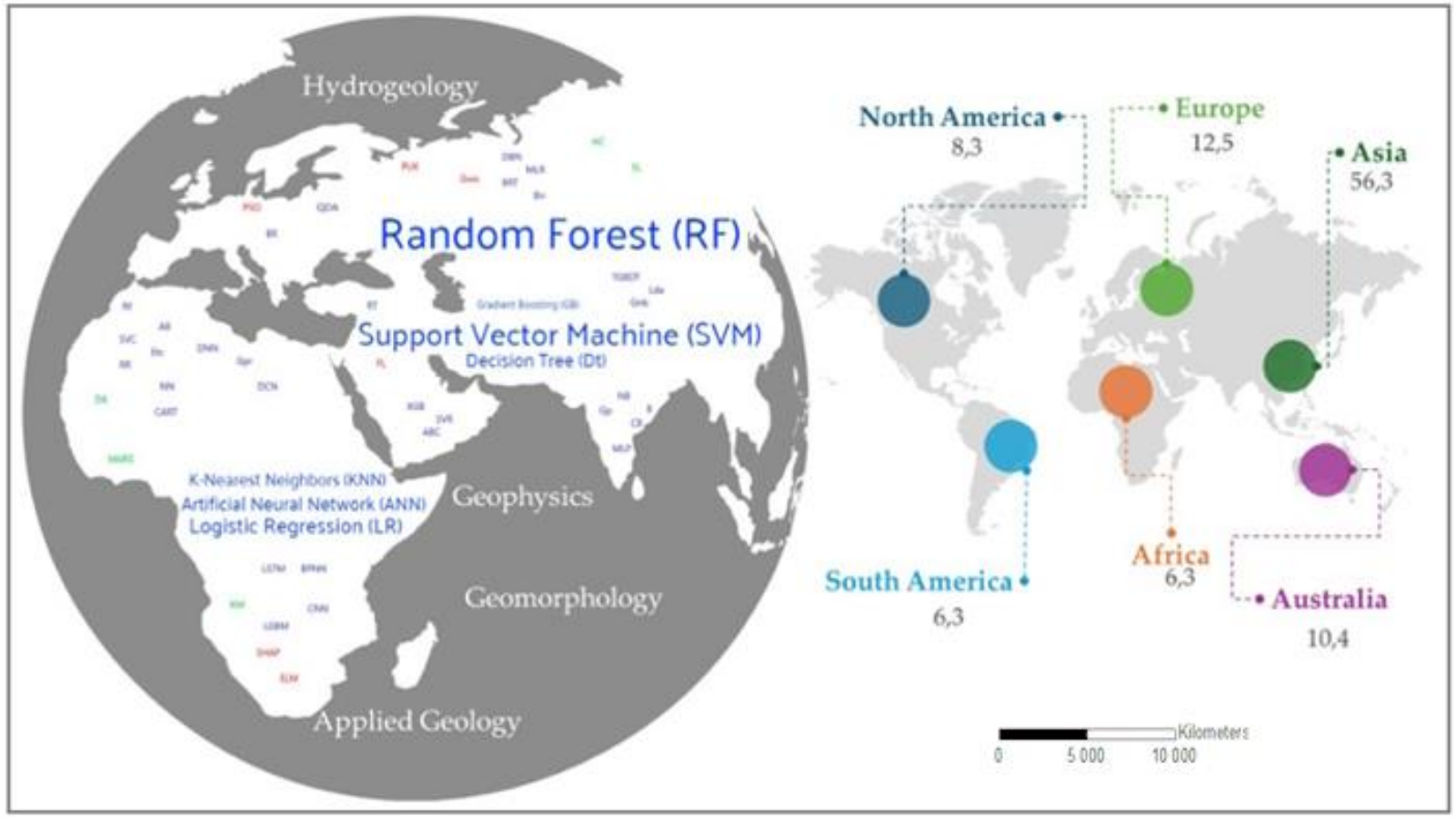
Финансовый университет при Правительстве РФ
125993, Москва, Ленинградский просп., 49
borisovalr@mail.ru

АНАЛИЗ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО МЕТОДАМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И РЕГРЕССИОННОМУ АНАЛИЗУ

В работе проведен анализ данных Росстата по ожидаемой продолжительности жизни в регионах Российской Федерации. Проведено сравнение результатов регрессионного анализа по данным для Российской Федерации и по данным Всемирного банка для 187 стран мира. Наилучший результат распознавания показал метод Градиентного Бустинга (Python), AUC = 1.

Ключевые слова: методы машинного обучения, множественная регрессия, градиентный бустинг.

Машинное обучение в мире геонаук сегодня



Binetti M. S., Massarelli C., Uricchio V. F. Machine Learning in Geosciences: a review of complex environmental monitoring applications. Mach. Learn. Knowl. Extr, 2024. No. 6. P. 1263-1280. DOI: 10.3390/make6020059

Студенческие работы по машинному обучению для решения геозадач

Анализ аэродромов и вертодромов Красноярского края в зависимости от плотности дорог в лесничествах

Шаталин Юрий ПДПГ241

машинное обучение I итоговый проект

ТИПИРОВАНИЕ РЕГИОНОВ РФ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НЕОДНОРОДНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОХОДОВ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

Шурупова Анна I ПДПГ 241

СНЕСТИ НЕЛЬЗЯ ПОМИЛОВАТЬ:

Принятие решений о судьбе заброшенных зданий с помощью моделей машинного обучения

Над проектом трудились:
Анастасия Нехина, МПДПГ214
ChatGPT

Факультет географии и геоинформационных технологий

Пространственные данные и прикладная геоаналитика

Москва 2025

Обнаружение градоопасных состояний атмосферы с помощью машинного обучения на полях метеовеличин

Блинов Павел, МПДПГ241
Научный руководитель: Чернокульский Александр Владимирович, к.ф.н., доцент ФГГТ
Консультант: Криницкий Михаил Алексеевич, к.т.н.

Факультет географии и геоинформационных технологий

Москва, 2025

Оптимизация принятия решений о размещении баров с использованием алгоритмов машинного обучения

Проект по дисциплине «Машинное обучение в пространственных задачах»

Орендарчук А.В.
МПДПГ241

Классификация породного состава фотограмметрических облаков точек деревьев

Олег Петров,
ПДПГ ФГГТ
НИУ ВШЭ

Датасеты машинного обучения: типы

Набор данных (dataset) — совокупность данных, в том числе соответствующих им метаданных, организованных по определенным правилам и принципам описания.

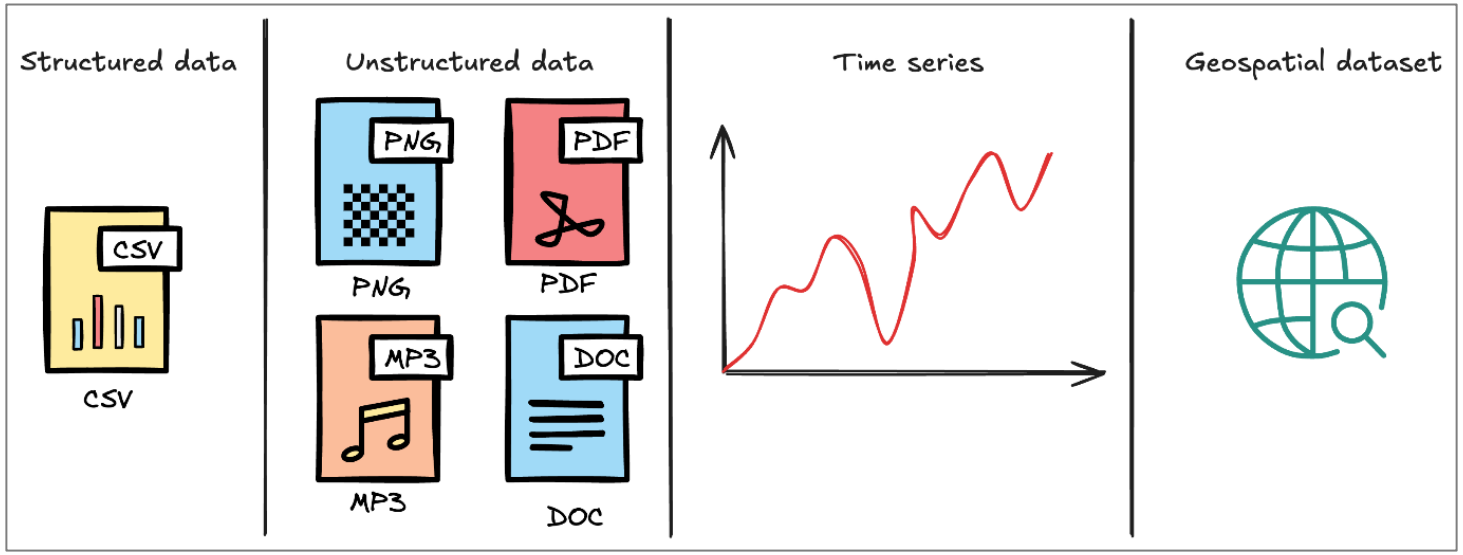
ГОСТ Р 59898-2021 «Оценка качества систем искусственного интеллекта. Общие положения»
https://docs.cntd.ru/document/1200181913

Open Datasets and Tools: An overview for Hugging Face

Community Article Published August 27, 2025

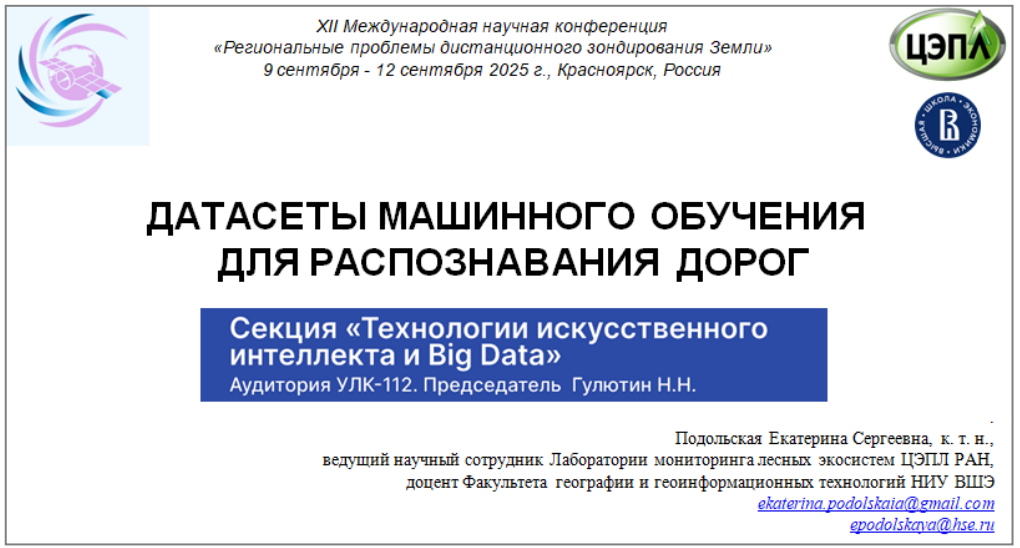
Avi Chawla
avi81 Follow

4 типа датасетов



https://cdn-uploads.huggingface.co/production/uploads/62ff8c02a80e701897ac0331/3h3Hu3Iyy9dhAZr04Gg7y.png

Датасеты машинного обучения для распознавания дорог: изучение опыта



https://rprs.sfu-kras.ru/sites/default/files/nauchnaya_programma_konferencii_rp_dzz_2025_3.pdf

Сбор датасетов по распознаванию дорог был проведен по материалам социальной исследовательской сети ResearchGate (https://www.researchgate.net/): сделаны запросы на русском («датасеты машинного обучения для распознавания дорог») и английском (“machine learning datasets road recognition”) языках

Оригинальное название и год публикации	Количество изображений	География данных	Ссылка
Oxford Road Boundaries (2021)	62605	Великобритания (Oxford)	Датасет: https://oxford-robotics-institute.github.io/road-boundaries-dataset/; статья: [11]
RDD2022 - The multi-national Road Damage Dataset (2022)	47420	Япония, Индия, Чехия, Норвегия, США, Китай	Датасет: https://figshare.com/articles/dataset/RDD2022_-_The_multi-national_Road_Damage_Dataset_released_through_CRDDC_2022/21431547/1; статья: [12]
Dataset of Unpaved and Paved Road Surface with Seasons (2022)	8484	Индия	Датасет: https://data.mendeley.com/datasets/tj2m7zz4rg/2; статья: [13]
Road Surface Reconstruction Dataset (2024)	16000	Китай (Beijing, Qingdao)	Датасет: https://github.com/ztsrxh/RSRD_dev_toolkit; статья: [14]
HighRPD: A high-altitude drone dataset of road pavement distress (2025)	11696	Китай (Shanxi)	Датасет: https://data.mendeley.com/datasets/sywswj7djj/1; статья: [15]

Изученные датасеты доступны по лицензии CC BY 4.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0) с обязательным указанием разработчика

Датасет машинного обучения для сезонных дорог: создание и обновление (1)

A machine learning dataset on winter roads of Krasnoyarsk Krai, Russia for the forestry and infrastructural projects

Podolskaia E. S. [1,2], Sinitsina A. N. [2]

(1) Isaev Centre for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences (CEPF RAS),
(2) HSE University

Abstract:

Machine learning in transport modeling has become a trend in the science and industry. In the paper we observe its main directions and focus on a dataset of seasonal roads creation. Seasonality as a parameter of transport modeling has a serious impact on transport scenarios but is underestimated in the world and in Russia with all its modern data challenges. One of the limiting factors in studying seasonality is a lack of systematic data for different extent from a country to a region. Taking the data on the winter roads of Krasnoyarsk Krai, Siberian federal district, Russia as an example we created a small machine learning dataset with winter roads. It consists of 60 municipalities and has a number of parameters influencing the presence of winter road. ML-analysis pipeline consists of several steps: data collecting, spatial preprocessing, feature engineering, model training, and evaluation. The best-performing predictors are forest area combined with cryolithozone (R^2=0.82) and rivers, cryolithozone and snow cover (R^2=0.5). Other individual predictors had low predictive value, requiring additional spatial and temporal refinement. Study revealed that the highest density of winter roads is observed in those municipalities where there are large waterways (rivers), settlements and industry, especially logging. The dataset is planned to be extended for the scale of the whole Siberian federal district and maintained to collect statistics in the future. Its practical use is in the forestry, road development, regional planning, and petroleum, and could be of interest for any related to seasonal roads research.

Keywords: Machine learning; small dataset; road network; winter roads; forestry; Krasnoyarsk Krai.

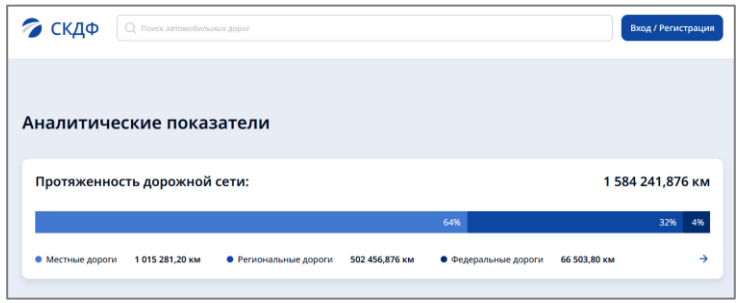
В Редакции на рецензировании (на 20.10.2025)

Датасет зимников Красноярского края

статья в международный журнал EJFE (https://dergipark.org.tr/en/pub/ejfe)

Table 1. Sources of data on collected winter roads of Krasnoyarsk Krai (example)

Source	URL	Layers	Data type	Spatial resolution	Access date	Last update date	Comments
Road Funds Control System (FGIS SKDF)	https://скдф.рф/	Roads of all types	Vector, Tabular	Multi-scale	04/01/2025	07/10/2025	Data on roads in the region used to correct OSM geometry



https://скдф.рф/map

Датасет машинного обучения для сезонных дорог: создание и обновление (2)

A machine learning dataset on winter roads of Krasnoyarsk Krai, Russia for the forestry and infrastructural projects

Podolskaia E. S. [1,2], Sinitsina A. N. [2]

(1) Isaev Centre for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences (CEPF RAS),
(2) HSE University

Abstract:

Machine learning in transport modeling has become a trend in the science and industry. In the paper we observe its main directions and focus on a dataset of seasonal roads creation. Seasonality as a parameter of transport modeling has a serious impact on transport scenarios but is underestimated in the world and in Russia with all its modern data challenges. One of the limiting factors in studying seasonality is a lack of systematic data for different extent from a country to a region. Taking the data on the winter roads of Krasnoyarsk Krai, Siberian federal district, Russia as an example we created a small machine learning dataset with winter roads. It consists of 60 municipalities and has a number of parameters influencing the presence of winter road. ML-analysis pipeline consists of several steps: data collecting, spatial preprocessing, feature engineering, model training, and evaluation. The best-performing predictors are forest area combined with cryolithozone (R^2=0.82) and rivers, cryolithozone and snow cover (R^2=0.5). Other individual predictors had low predictive value, requiring additional spatial and temporal refinement. Study revealed that the highest density of winter roads is observed in those municipalities where there are large waterways (rivers), settlements and industry, especially logging. The dataset is planned to be extended for the scale of the whole Siberian federal district and maintained to collect statistics in the future. Its practical use is in the forestry, road development, regional planning, and petroleum, and could be of interest for any related to seasonal roads research.

Keywords: Machine learning; small dataset; road network; winter roads; forestry; Krasnoyarsk Krai.

В Редакции на рецензировании (на 20.10.2025)

A total of 9 predictors were used for ML modeling of winter road usability duration:

- *mean snow height* (raster, resampled to 500m: https://agroatlas.ru/ru/content/Climatic_maps/Snow/Snow_maxim/index.html);
- *elevation* (GTOPO30: https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-global-30-arc-second-elevation-gtopo30);
- *distance to nearest settlement* (calculated with QGIS: https://www.openstreetmap.org);
- *land cover class* (MODIS: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MCD12Q1);
- *slope angle* (derived from DEM, similar to elevation);
- *road proximity to the rivers* (Euclidean distance: https://www.naturalearthdata.com/, https://www.openstreetmap.org);
- *forest area* (EC JRC Global Forest Cover 2020: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/JRC_GFC2020_V2);
- *cryolithozone area* (HSE geoportal: https://geoportal.hse.ru/portal/home/item.html?id=60da3a29425342819cc9991de3f4e514)
- *territory urbanisation* (Rosstat statistics data:https://24.rosstat.gov.ru/).

Датасет зимников Красноярского края: табличный вид

По состоянию на: 29.04.2025

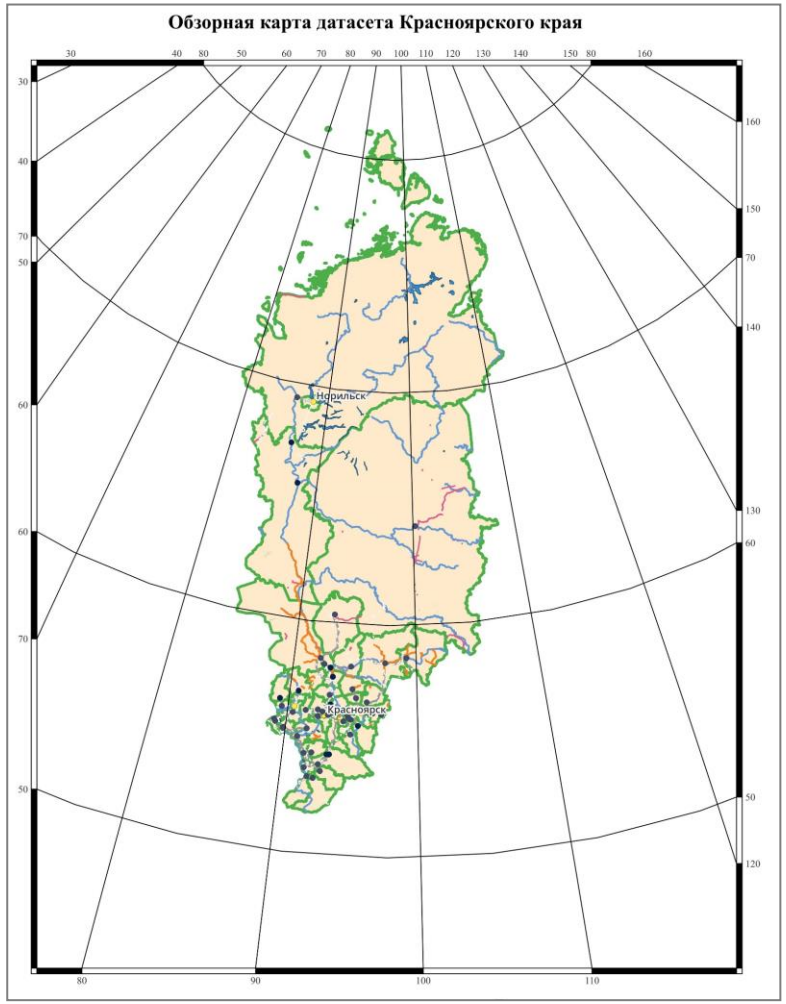
Интервал функционирования зимников в сезоне 2024-2025: ноябрь- апрель

№	Муниципальное образование район	Краевые и региональные автодороги общего пользования(км)	Иные автодороги(км)			Водотоки(км)	Водоемы(км^2)	Площадь криолитозоны(км^2)	Площадь болот(км^2)	Средняя высота снежного покрова (см)	Длина ЛЭП(км)	Пересечение ЛЭП и автодорог(кол-во)	Пересечение с криолитозоной(км)	Пересечение с криолитозоной(км)	Пересечение зимников и водотоков(кол-во)	Пересечение ЛЭП и зимников(кол-во)
			Дороги с грунтовым покрытием	Неклассифицированные дороги	Зимники											
1	Абанский муниципальный район	148,891	0	0	8,655	0	0	0	0,236	5,085106383	8,751	14	23	35	20	3
2	Ачинский муниципальный район	33,018	23,919	23,919	0	70,405	0	0	190,876	3,923076923	296,298	13	5	32	30	33
3	Балахтинский муниципальный район	68,088	1,039	1,039	94,266	183,967	418,24	0	0,354	3,979591837	236,186	21	4	29	16	27
4	Березовский муниципальный район	62,445	30,432	30,432	0	11,334	0	0	2,71	4,630434783	178,91	30	1	18	5	35
5	Бирилюсский муниципальный район	15,1	3,09	3,09	73,158	131,731	0	0	2,526	5,611111111	1485,69	32	4	12	18	6
6	Боготольский муниципальный район	32,889	14,51	14,51	0	130,233	0	0	18,914	3,982758621	272,271	33	25	1	31	21
7	Богучанский муниципальный район	438,409	67,515	67,515	320,324	388,582	0	1841,916	82,132	5,816914498	175,332	15	13	6	16	20
8	Большемуртинский муниципальный район	70,131	8,378	8,378	0	57,427	0	0	239,927	5,786764706	28,612	2	7	23	21	28
9	Большеулуйский муниципальный район	67,415	0	0	0	69,465	0	0	13,757	4	743,776	11	17	0	9	21
10	город Ачинск	41,804	0,521	0,521	0	10,266	0	0	0,08	6,5	343,489	27	1	23	23	4
11	город Боготол	9,895	0,227	0,227	0	0	0	0	0,646	0	287,75	22	29	33	5	0
12	город Бородино	8,604	0,535	0,535	0	0	0	0	3,712	0	114,06	22	24	3	22	27
13	город Дивногорск	7,829	9,222	9,222	0	49,359	0	0	0,014	4,5	269,105	8	10	2	26	16
14	город Енисейск	14,092	0,996	0,996	7,511	1,28	0	0	0,181	5,5	51,975	0	30	2	5	21
15	город Канск	20,038	0,399	0,399	0	8,653	0	0	0,765	2	307,275	28	31	13	11	18
16	город Красноярск	287,68	140,761	140,761	0	28,546	0	0	2,504	2,75	381,343	25	26	25	21	20
17	город Лесосибирск	36	7,365	7,365	3,016	4,917	0	0	7,407	6,25	0	16	34	14	8	22
18	город Минусинск	35,864	2,623	2,623	0	0,578	0	0	0,886	1,5	385,732	28	23	0	35	7
19	город Назарово	13,643	3,016	3,016	0	9,243	0	0	0,065	3	204,497	3	30	26	14	6
20	город Норильск	103,077	19,732	19,732	0	0	114,506	45216,449	750,133	5,119565217	739,373	0	7	20	32	16
21	город Шарыпово	13,582	2,43	2,43	0	0	0	0	0	5,119565217	376,702	26	20	35	8	22
22	Дзержинский муниципальный район	58,771	0	0	0	0	0	0	101,158	4,328571429	226,661	23	18	32	24	8
23	Емельяновский муниципальный район	95,086	37,009	37,009	0	45,305	0	0	15,53	5,219178082	115,767	12	13	30	32	4
24	Енисейский муниципальный район	238,209	277,688	600,245	1192,235	476,945	0	2,898	1483,775	7,343482398	639,52	29	32	1	25	24
25	Ермаковский муниципальный район	9,085	11,119	11,119	0	111,917	0	25827,003	24,866	5,826589595	145,553	7	6	32	6	5
26	ЗАТО город Железногорск	43,78	6,892	6,892	0	13,906	0	0	56,007	3,166666667	330,184	29	34	21	28	12
27	ЗАТО город Зеленогорск	21,943	46,18	46,18	0	11,209	0	0	15,494	2	77,949	16	7	21	8	11

	Район	Название	Дата открытия	Протяженность (км)	Тоннаж	Дата закрытия
1	Абанский	Дорога Подъезд к п. Тулень (зимник)	-	8,7	-	05 февраля 2025
2	Абанский	Дорога Покатеево - Хиндичет (зимник)	-	0,29	-	28 марта 2017
3	Балахтинский	Дорога "Черемушки - Тюлюпта" - Березовая	18 декабря 2024	27,1	-	-
4	Балахтинский	Дорога Черемушки - Тюлюпта (зимник)	18 дека			
5	Бирилюсский	Дорога Маталассы - Никифоровка (зимник)	-			
6	Бирилюсский	Дорога Мендельский - Малая Кеть (зимник)	-			
7	Бирилюсский	Дорога Промбор - Проточное (зимник)	-			
8	Богучанский	Дорога Ангарский-Беляки (зимник)	09 дека			
9	Богучанский	Дорога Ангарский-Беляки (зимник)	09 дека			
10	Богучанский	Дорога Обход Богучан	11 дека			

Район	Название переправы	Тип переправы	Дата открытия	Грузоподъемность (тонн)	Дата закрытия
Бирилюсский	Дорога Бирилюссы-Биктимировка (1+451)	Ледовая	24 февраля 2025	20	-
Бирилюсский	Дорога Бирилюссы-Биктимировка (1+451)	Понтонная	-	-	24 октября 2024
Бирилюсский	Дорога Бирилюссы-Биктимировка (1+451)	Паромная	-	-	18 июля 2024
Бирилюсский	Дорога Шпагино 2-Подкаменка (28+400)	Ледовая	10 января 2025	10	-

Датасет зимников Красноярского края: картографический вид



Легенда

Населенные_пункты_Красноярский_край_2025_OSM — _
- 0 - 5000
- 5000 - 75000
- 75000 - 10000
- 10000 - 25000
- 25000 - 1650000

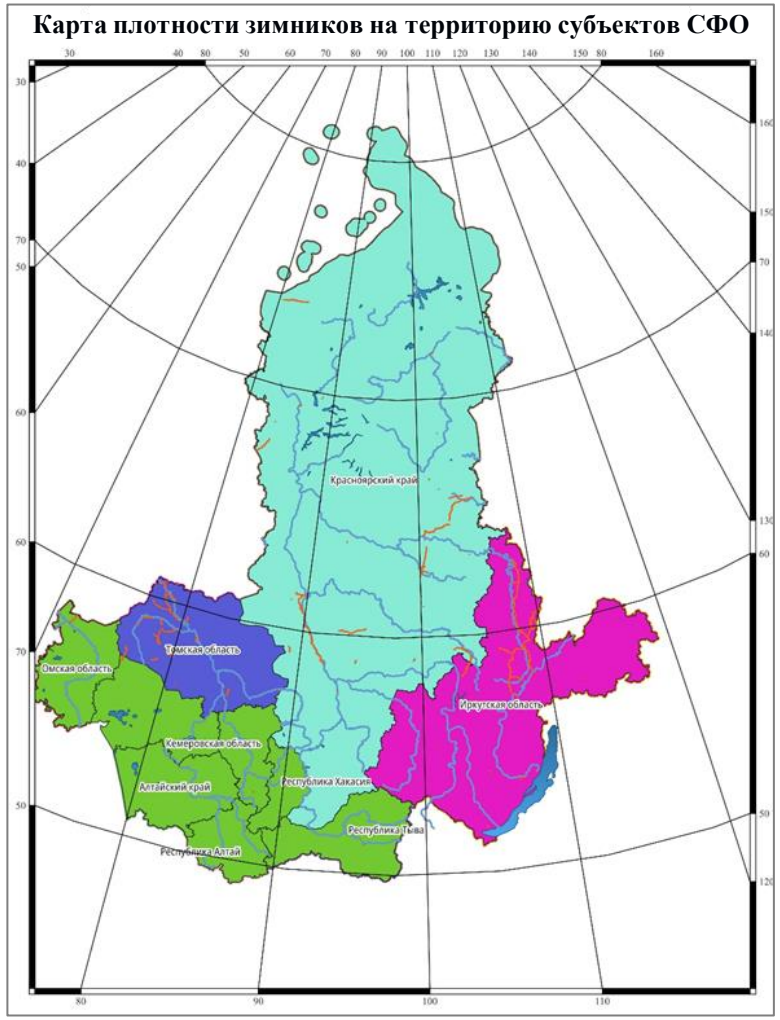
Линии_ЛЭП_Красноярский_край_2025_OSM_line
ФГИС_СКДРФ_2025_line
Автозимник_Крайсноярский_край_2025_OSM_line
Дорожная_сеть_постоянного_использования_Красноярский_край_2025_OSM_line
Водотоки_Красноярский_Край
Водоемы_Красноярский_край
Болота_Красноярский_край_2025_OSM_poly
Административно_территориальное деление_Красноярский_край_2025
Красноярский_край_2025_OSM_poly

Легенда

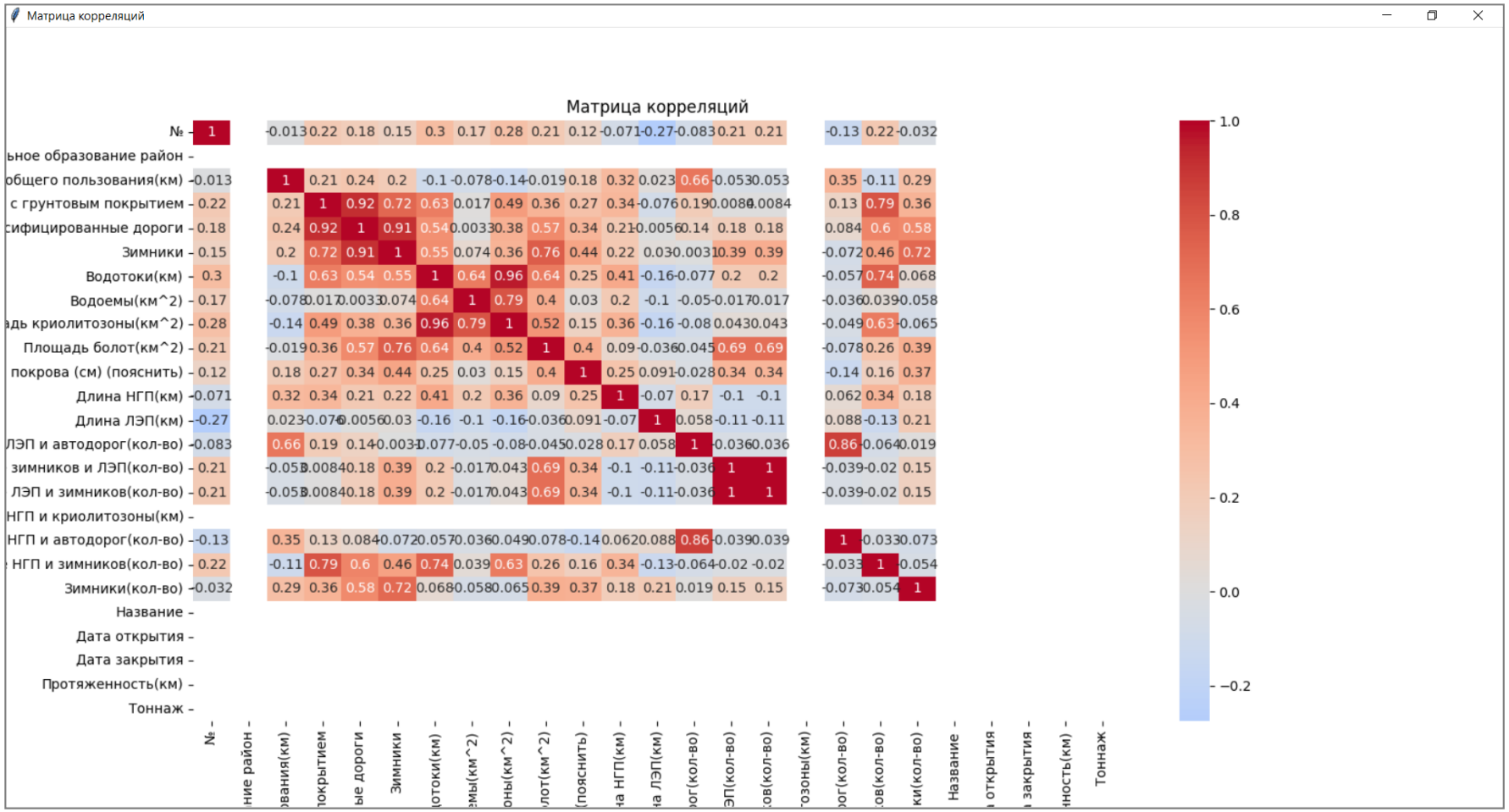
Автозиминики_СФО_2024_line_OSM
Водотоки_СФО_OSM_line
Водоемы_СФО_NaturalEart_poly
Плотность_зимников_2024_OSM_poly
- <0,001 км^2
- 0,001 км^2
- 0,002 км^2
- 0,003 км^2

Масштаб: 1:13500000
СК:
WGS-84 косая азимутальная равноудаленная
Картограф:
Синицина А.

250 0 250 500 км



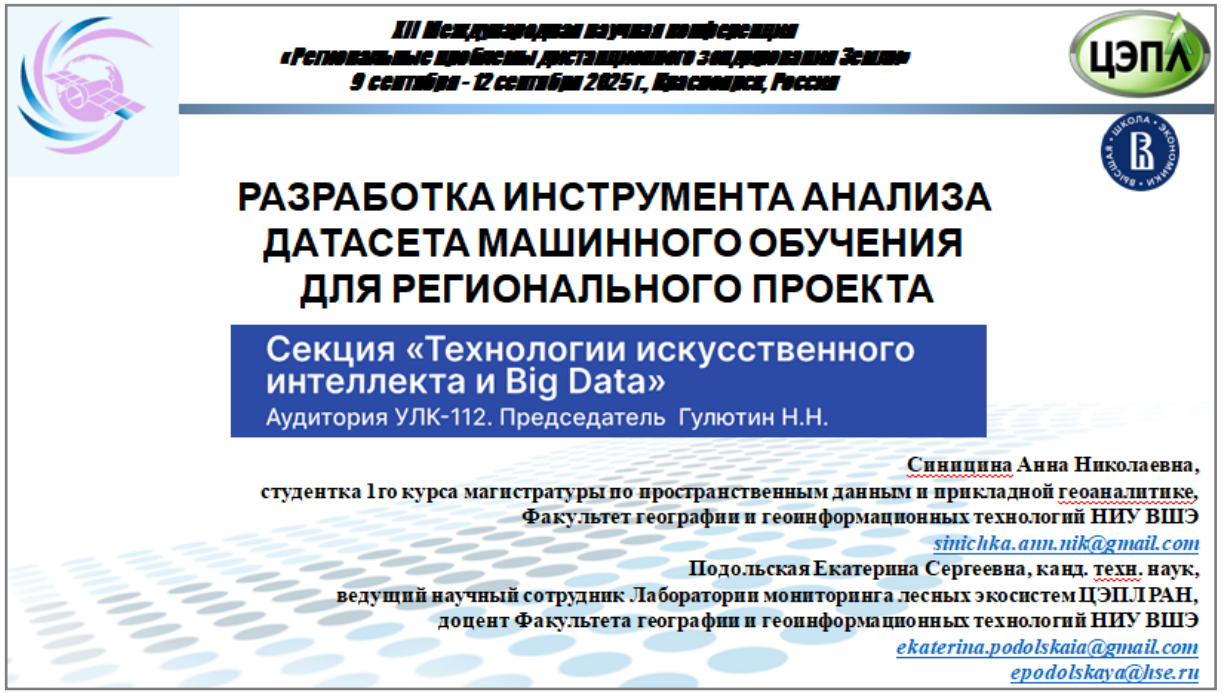
Датасет зимников Красноярского края: анализ содержания



Факторы, определяющие наличие зимников (по важности):

1.Глубина снега
2.Заболоченность территории
3.Расстояние до дороги постоянного использования
4. Географическое положение

Разработка инструмента для анализа датасета машинного обучения (1)



https://rprs.sfu-kras.ru/sites/default/files/nauchnaya_programma_koferencii_rp_dzz_2025_3.pdf

Актуальность разработки обусловлена отсутствием на рынке специализированных, готовых к использованию решений, предназначенных для комплексного анализа малых географических датасетов с учетом их специфики.

Почему необходима именно разработка нового инструмента?

1. Отсутствие готовых специализированных аналогов
2. Недостатки существующих решений (нет ПО объединяющего ГИС и data science)
3. Оригинальность и преимущества нового инструмента (графический интерфейс и наглядность результатов)
4. Специализация (ГИС)
5. Гибкость и доступность
6. Открытая лицензия (Open-Source)
7. Возможность масштабирования и интеграции

Разработка инструмента для анализа датасета машинного обучения (2)

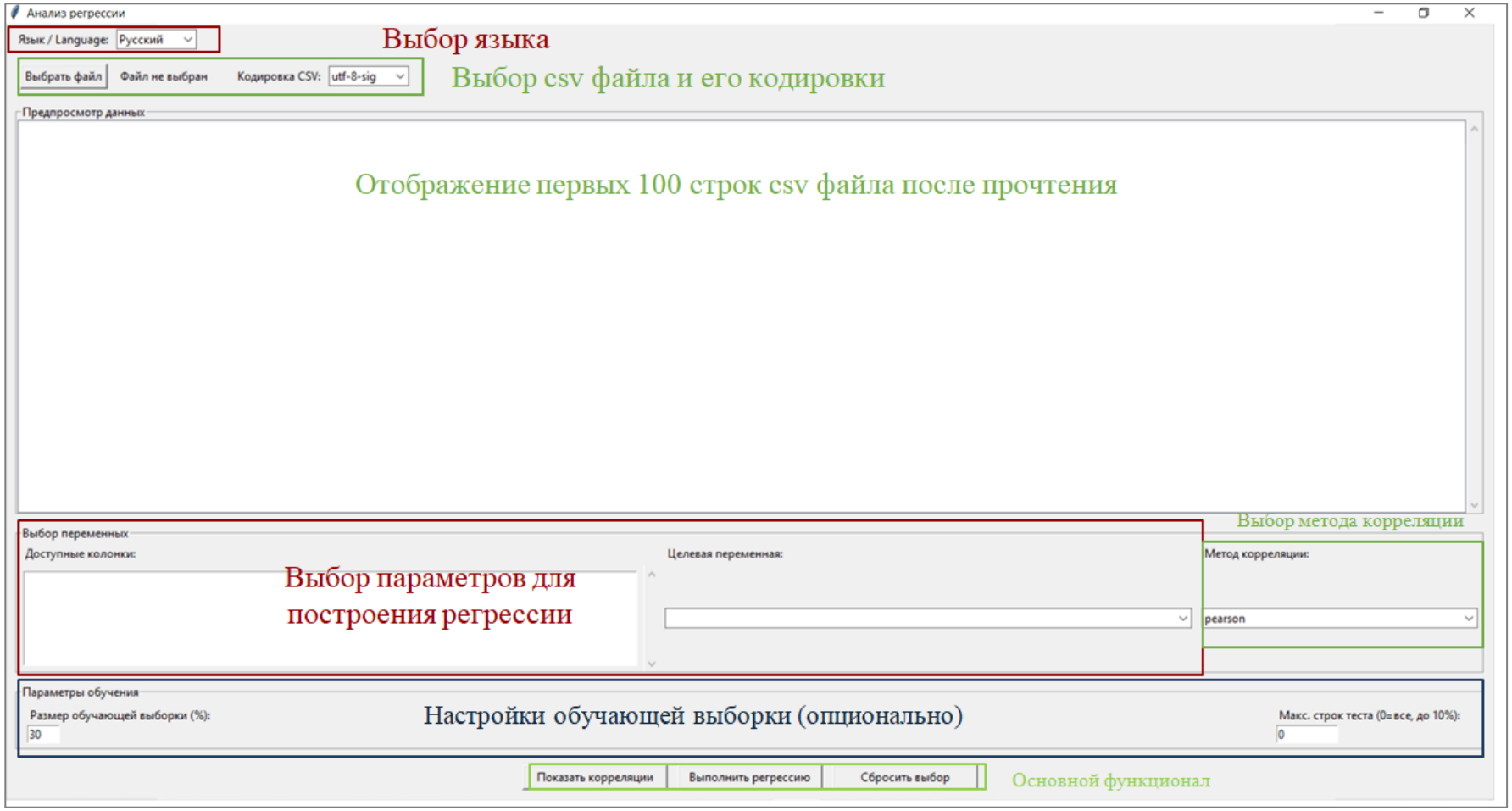
Целью работы является разработка и апробирование программного обеспечения для анализа пространственно-атрибутивного датасета по зимним дорогам Красноярского края с использованием методов машинного обучения.

Задачи исследования:

1. Разработать программный инструмент с графическим интерфейсом для загрузки, обработки и анализа данных.

2. Применить инструмент для моделирования зависимости продолжительности функционирования зимников от природных и инфраструктурных факторов с использованием методов машинного обучения.

Инструмент анализа датасета машинного обучения: вид интерфейса в настольном варианте



Инструмент анализа датасета машинного обучения: выводы по разработке

- Разработанное программное обеспечение решает задачу анализа сезонных дорог с использованием методов машинного обучения. Оно позволяет выявлять ключевые природные и инфраструктурные факторы, влияющие на срок эксплуатации зимников, и строить прогнозные модели.

- Для повышения точности пространственного анализа планируется внедрение инструментов языка R, в частности пакетов spdep, sf и spatialreg, позволяющих рассчитывать пространственную автокорреляцию (например, индекс Морана, Геари, LISA) и строить пространственные регрессионные модели. Это расширит аналитические возможности проекта и позволит глубже выявлять закономерности в распределении зимников с учётом географических особенностей территорий.

- В дальнейшем планируется автоматизировать загрузку данных, расширить поддержку моделей и интегрировать ПО с веб-ГИС.

Датасет машинного обучения для просек под ЛЭП: использование нейросети Yolo

Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 4. С. 11–26

Автоматическое детектирование просек под линиями электропередач на снимках Sentinel-2 с помощью методов машинного обучения и компьютерного зрения

Я. О. Бахрамхан [1], Д. М. Ермаков [2, 3], Е. С. Подольская [1, 4]

[1] *Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» Москва, 109028, Россия*
E-mails: ybahramhan@gmail.com, podols_kate@mail.ru

[2] *Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия*
E-mail: d.m.ermakov@cosmos.ru

[3] *Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН, Фрязино, Московская обл., 141190, Россия*

[4] *Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов им. А. С. Исаева РАН Москва, 117997, Россия*

Регулярный мониторинг состояния линий электропередач (ЛЭП) необходим для бесперебой-
ного электроснабжения населённых пунктов и объектов инфраструктуры. Однако на лесных
территориях с низкой плотностью населения и дорог задача постоянного мониторинга услож-
няется. Для дистанционного мониторинга просек под ЛЭП в труднодоступных лесных терри-
ториях настоящим исследованием предлагается алгоритм, выделяющий лесные просеки из
космических снимках Sentinel-2. Такой алгор
шага автоматизации дистанционного монито
сти, детектирования изменений (прокладки,
Логика работы алгоритма имеет наглядную и
тов интереса в пространстве дешифровочных
стик модель логистической регрессии выделя
секам, затем вероятностное преобразование X
маске этих участков. Разработанный алгори
не требует индивидуальной настройки парам
татов созданы метрики качества выделения п
алгоритм корректно определяет области распо
ных спутниковых изображениях в пределах ре

Ключевые слова: просеки, ЛЭП, дистанцион
интерпретируемость алгоритма, преобразован

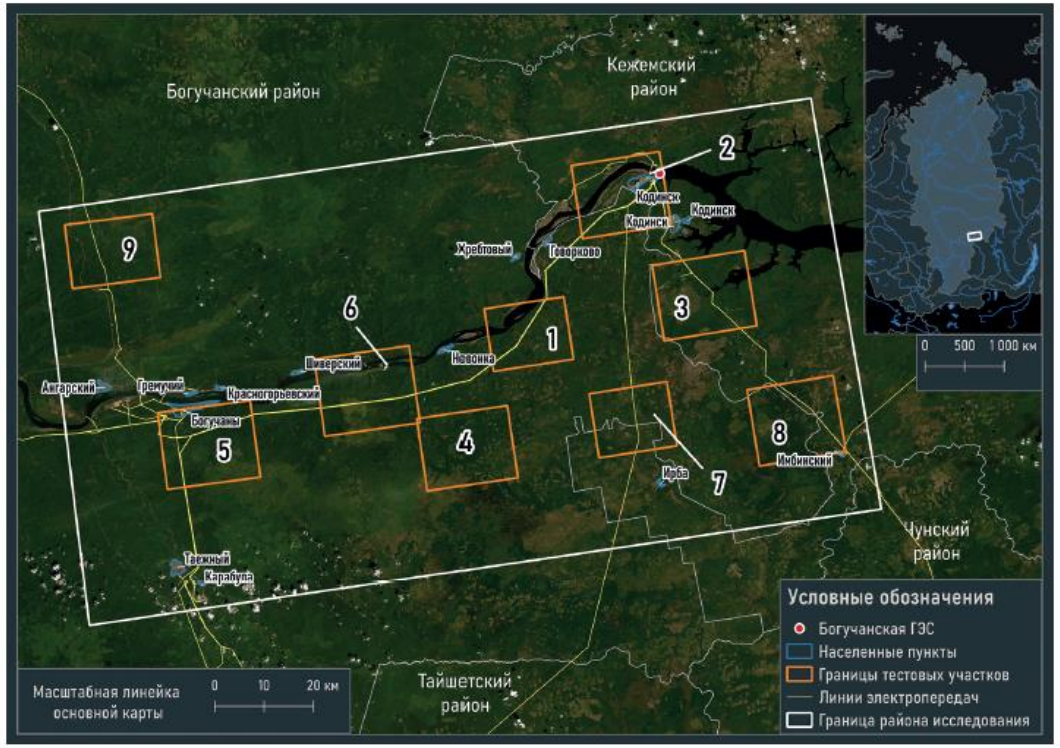
Конференция молодых ученых «Фундаментальные и прикладные космические исследования»

Сегментация лесных просек под ЛЭП на снимках Sentinel-2 с помощью нейронной сети YOLO

Бахрамхан Я.О., НИУ ВШЭ
Ермаков Д.М., ИКИ РАН, ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
Подольская Е.С., ЦЭПЛ РАН, НИУ ВШЭ

http://jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=3045

Карта района исследования и расположения тестовых участков



https://kmu.cosmos.ru/sites/default/files/2025/presentations/Bakhramkhan_DZZ.pdf

Выводы по докладу

- Для территории России в открытом доступе есть недостаток данных по объектам инфраструктуры линейного протяжения (просеки, дороги); дорожной сети общего и специального (например, лесные), а также сезонного использования (зимники и летники), что может быть решено путем сбора, обработки и обновления разнородных данных исследовательскими/учебными группами в рамках региональных проектов.

- Есть перспективы развития малых датасетов пространственных данных, сбор данных для которых объективно ограничен трудоемкостью обработки/доступом/физическим наличием источников.

- Полученные результаты демонстрируют практическую значимость для ряда отраслей хозяйства страны. Могут быть использованы для поддержки принятия решений в лесотранспортной и региональной логистике.

- Разработка программного обеспечения по анализу данных с помощью машинного обучения масштабируема и может быть адаптирована для данных по другим регионам России.

Результаты работы являются частью выполнения Государственного задания ЦЭПЛ РАН по теме «Биоразнообразие и экосистемные функции лесов» (регистрационный номер НИОКТР 124013000750-1)

Актуальный гео-искусственный интеллект в 2025 году

- Основным учебным пособием по геоИИ на осень 2025 года можно назвать работу **Handbook of geospatial artificial intelligence (Gao et al., 2024).**

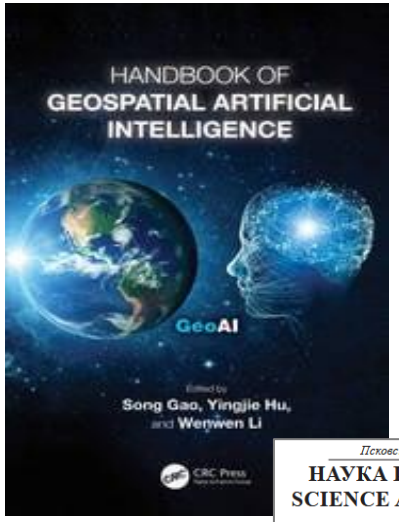
- Изучение возможностей и ограничений использования инструментов ИИ, таких как **ChatGPT** (Candrasari et al., 2024; Gultom et al., 2024) и его модификаций - **MapGPT** (Zhang, He et al., 2024) и **GeoGPT** (Zhang, Wei et al., 2024), требуют отдельных исследований.

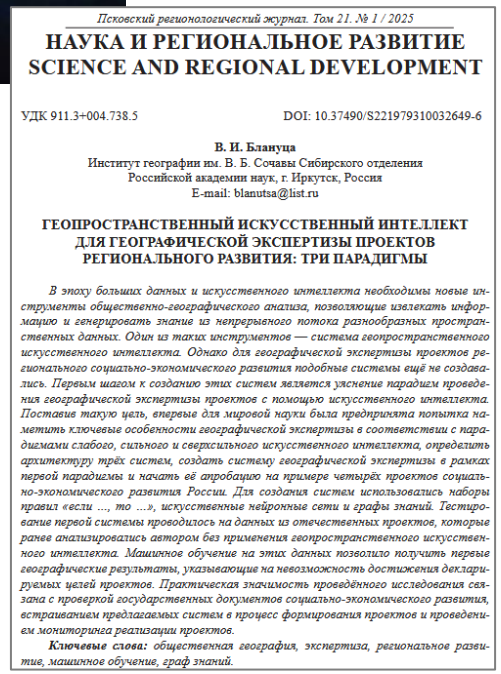
- **Инструменты ИИ уже присутствуют в учебных курсах по геоинформатике,** есть примеры допустимости и недопустимости применения инструментов ИИ при выполнении учебных ГИС-заданий (Mooney et al., 2023), есть понимание инструментов как картографических помощников (Juhasz et al., 2023; Stutz et al., 2023).

- **Исследовательские возможности связаны с концептуализацией новых моделей архитектуры геоИИ (GeoAI),** учитывающих особенности пространственных данных (Boutayeb et al., 2024). Также отмечается необходимость интеграции объяснимого ИИ (AI explainability) в обработку пространственных данных.

- **Концепция гиперспециализированного ИИ** (*https://medium.com/beyond-left-and-right/hyper-specialized-vertical-ai-the-new-jargon-in-town-4b5bdbb58c63?source=rss------artificial_intelligence-5*) полностью применима для решения геозадач.

- Термин геоИИ используется в ряде работ (Janowicza et al., 2020; Lunga et al., 2022; Mai et al., 2025; Lee, Li, 2025; **Блануца, 2025).**





Псковский регионологический журнал. Том 21. № 1 / 2025

НАУКА И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ
SCIENCE AND REGIONAL DEVELOPMENT

УДК 911.3+004.738.5 DOI: 10.37490/S221979310032649-6

В. И. Блануца
Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Иркутск, Россия
E-mail: blanutsa@list.ru

ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТОВ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ: ТРИ ПАРАДИГМЫ

В эпоху больших данных и искусственного интеллекта необходимы новые инструменты общественно-географического анализа, позволяющие извлекать информацию и генерировать знание из непрерывного потока разнообразных пространственных данных. Один из таких инструментов — система геопространственного искусственного интеллекта. Однако для географической экспертизы проектов регионального социально-экономического развития подобные системы ещё не создавались. Первым шагом к созданию этих систем является уяснение парадигм проведения географической экспертизы проектов с помощью искусственного интеллекта. Поставив такую цель, впервые для мировой науки была предпринята попытка наметить ключевые особенности географической экспертизы в соответствии с парадигмами слабого, сильного и сверхсильного искусственного интеллекта, определить архитектуру трёх систем, создать систему географической экспертизы в рамках первой парадигмы и начать её апробацию на примере четырёх проектов социально-экономического развития России. Для создания систем использовались наборы правил «если …, то …», искусственные нейронные сети и графы знаний. Тестирование первой системы проводилось на данных из отечественных проектов, которые ранее анализировались автором без применения геопространственного искусственного интеллекта. Машинное обучение на этих данных позволило получить первые географические результаты, указывающие на невозможность достижения декларируемых целей проектов. Практическая значимость проведённого исследования связана с проверкой государственных документов социально-экономического развития, встраиванием предлагаемых систем в процесс формирования проектов и проведением мониторинга реализации проектов.

Ключевые слова: *общественная география, экспертиза, региональное развитие, машинное обучение, граф знаний.*

Благодарю за внимание!

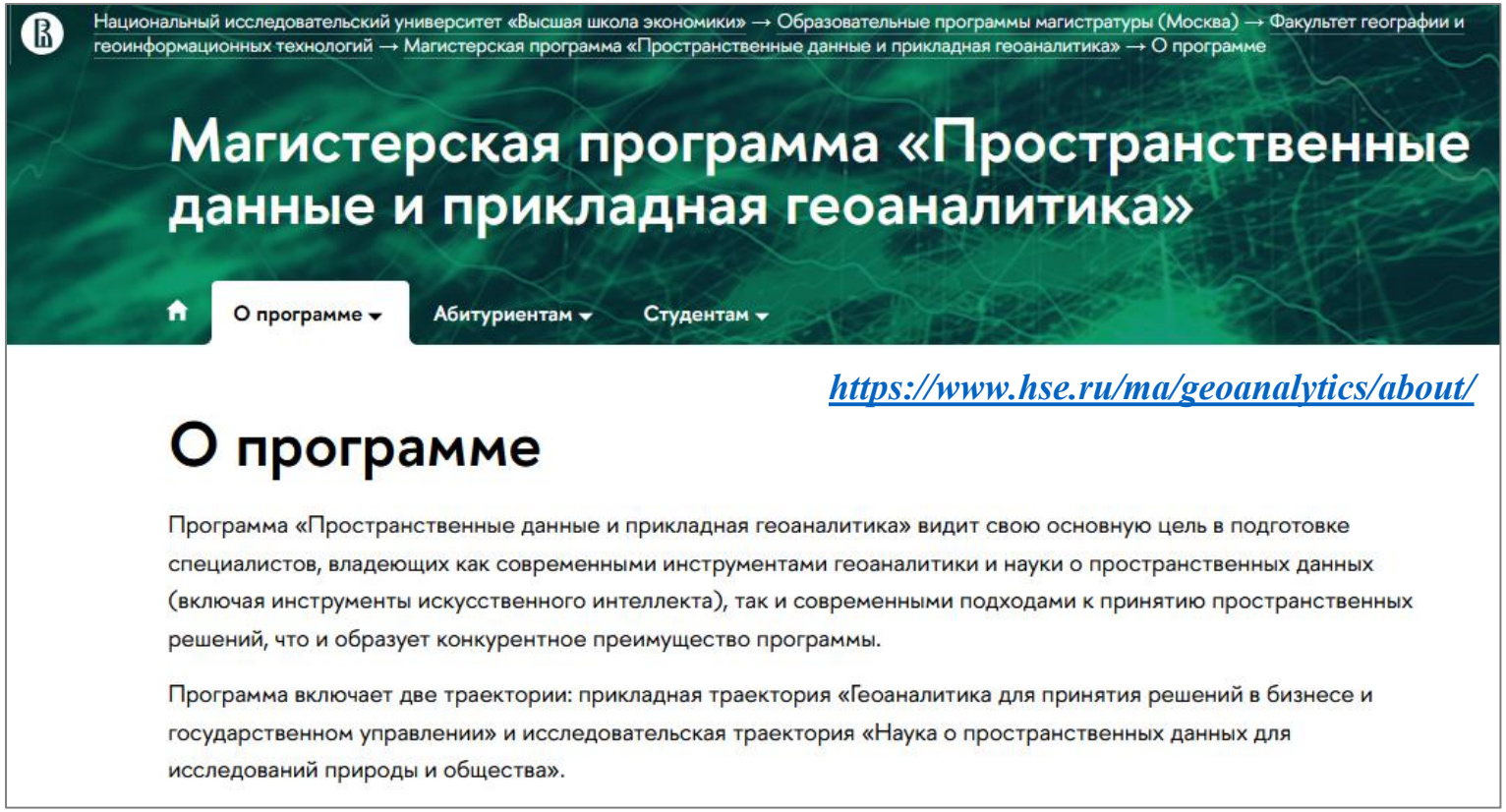
Контакты

Подольская Екатерина Сергеевна, к. т. н.,

доцент Факультета географии и геоинформационных технологий НИУ ВШЭ,
академический руководитель магистерской ОП «Пространственные данные и прикладная геоаналитика»,
ведущий научный сотрудник Лаборатории мониторинга лесных экосистем ЦЭПЛ РАН,

epodolskaya@hse.ru
ekaterina.podolskaia@gmail.com

Магистерская программа «Пространственные данные и прикладная геоаналитика» (ПДПГ) Факультета географии и геоинформационных технологий (ФГГТ) НИУ ВШЭ



Публикации и дополнительные материалы

Публикации авторов 2023-2025 гг.

1. Синицина А. Н., Подольская Е. С. Разработка Телеграм-бота для сбора информации о сезонности использования дорог // Сборник статей VII международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем» «Радиоинфоком – 2023», 2023.
2. Синицина А. Н., Подольская Е. С. Проблемы поиска и сбора данных о сезонном использовании дорог для решения задач лесного хозяйства в Сибирском ФО // Сборник тезисов научной конференции МИИГАИК «Пространственные данные: наука и технологии 2024», 2024.
3. Podolskaia E. S., Sinitsina A. N. GIS forestry project of seasonal roads in the Siberian federal district, Russia // The 4th International Conference on Forests - Science, Society and Innovation Nexus in Forestry: Pathways to global sustainability conference. 2024. Abstracts of the Conference – https://sciforum.net/paper/view/18321
4. Подольская Е. С., Синицина А. Н. ГИС-проект сезонного использования дорог Сибирского федерального округа России для решения задач лесного хозяйства // Сборник научных статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем» («Радиоинфоком-2024»), г. Москва, РТУ МИРЭА: сборник научных статей. М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2024. С. 857–861.
5. Синицина А. Н., Подольская Е. С. Сбор и систематизация данных по сезонным дорогам для лесотранспортного моделирования в Сибирском федеральном округе // Сборник тезисов докладов конференции «Актуальные проблемы картографии, моделирования и геоинформационных систем» (АКМиГИС–2025), Москва, 2025. М.: ЦЭПЛ РАН, 2025. С. 86–88.
6. Бахрамхан Я. О., Ермаков Д. М., Подольская Е. С. Автоматическое детектирование просек под линиями электропередач на снимках Sentinel-2 с помощью методов машинного обучения и компьютерного зрения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 4. С. 11–26. http://jr.rse.cosmos.ru/article.aspx?id=3045
7. Бахрамхан Я. О., Ермаков Д. М., Подольская Е. С. Сегментация лесных просек под ЛЭП на снимках Sentinel-2 с помощью нейронной сети YOLO // Материалы XXII Конференции молодых ученых «Фундаментальные и прикладные космические исследования». 2025. С. 49.

Датасет зимников Красноярского края
Список используемых источников и литературы

1. Сибирский федеральный округ / [Электронный ресурс] // Официальный сайт полномочного представителя Президента России в Сибирском федеральном округе : [сайт]. — URL: Официальный сайт полномочного представителя Президента России в Сибирском федеральном округе (дата обращения: 05.09.2024).

2. Министерство транспорта Российской Федерации. Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта Российской Федерации. Основные термины: [сайт]. — URL: https://rosavtodor.gov.ru/truck/dorogi-rosavtodora/osnovnye-terminy (дата обращения: 03.09.2025).

3. Список открытых в крае зимников: / [Электронный ресурс] // Правительство Красноярского края : [сайт]. — URL: https://t.me/krskstate/4398 (дата обращения: 18.06.2024).

4. Мельхеев М. Н. Географические названия Восточной Сибири: Иркутская и Читинская области. – Восточно-Сибирское книжное издательство, 1969. с. 119.

5. Дороги Сибири. Часть 14 — из Бурятии в Бурятию / [Электронный ресурс] // Сообщество Драйвер-Путешественник : [сайт]. — URL: https://www.drive2.ru/c/6241732358308014 80/ (дата обращения: 08.09.2025).

6. Памфел Ф., Груздев А., Цвиркун Д. Логистическая регрессия. М.: ДМК Пресс, 2023. 218 с.

Разработанный программный инструмент анализа датасета: сравнение с аналогами

Критерий / Платформа	Инструмент	GeoDa	QGIS + Плагины	ArcGIS Pro	Python библиотеки (GeoPandas + Scikit-learn)	R Библиотеки (sf + spdep)
Фокус на малых датасетах	Специализированный	Высокий (ядро продукта)	Общего назначения	Общего назначения	Требует знаний программиста	Требует знаний программиста
Наличие инструментов Data Science	Оптимизированный набор (отбор признаков, специализированные метрики)	Отсутствуют (только базовая статистика)	Ограниченный набор (через плагины)	Расширенный набор (инструменты Spatial Analyst)	Полный набор (вся экосистема Python DS)	Полный набор (вся экосистема R DS)
Учет пространственной автокорреляции	Встроенные методы	Основная функция (Индекс Морана, LISA)	Через плагины или внешнее ПО	Встроенные инструменты	Библиотеки (libpysal)	Библиотеки (spdep)
Графический интерфейс	Интуитивный GUI	Простой и узконаправленный GUI	Полноценный GUI	Профессиональный GUI	Требует программирования	Требует программирования
Лицензия	Открытая (Open-Source)	Полностью открытая	Открытая (Open-Source)	Проприетарная	Открытая (Open-Source)	Открытая (Open-Source)
Простота использования	Высокая (для целевых пользователей)	Низкий порог входа	Средняя (требует знаний ГИС)	Средняя (требует обучения)	Низкая (требует навыков программировния)	Низкая (требует coding)
Кастомизация	Высокая (модульная архитектура)	Очень низкая (закрытая логика)	Ограниченная плагинами	Ограниченная инструментарием	Полная (кодирование)	Полная (кодирование)
Интеграция в системы	API и модульность	Отсутствует (изолированное ПО)	Ограниченная	Широкая (ESRI экосистема)	Широкая (Python экосистема)	Широкая (R экосистема)
Стоимость внедрения	Низкая (открытая)	Бесплатная	Низкая (открытая)	Высокая (лицензии)	Низкая (открытая)	Низкая (открытая)
Поддержка	Сообщество + разработчики	Академическое сообщество	Активное сообщество	Провайдер	Сообщество	Сообщество