

Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки

Ежемесячный научный журнал
№ 6 (109)/2023 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

• **Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

• **Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

• **Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

• **Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

• **Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»
Тираж 1000 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Солоп И.А.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И СТАНЦИЙ
ПРИМЫКАНИЯ3

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Беляев В.Б.

ПЕРТУРБАЦИОННАЯ КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
С $\Lambda=0$ 8

Хамидова Д.Н.

РАЗВЁРТЫВАНИЕ МОДЕЛИ МАШИННОГО
ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ STREAMLIT15

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 656.2.003+681.3.03+06

**ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И СТАНЦИЙ ПРИМЫКАНИЯ***Солоп И.А.**Ростовский государственный университет путей сообщения,
Россия, 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2***APPLICATION OF NEW DIGITAL SOLUTIONS TO INCREASE THE LEVEL OF INTERACTION
OF INDUSTRIAL ENTERPRISES AND CONNECTION STATIONS***I.A. Solop**Rostov State Transport University
344038, Rostov-on-Don, sq. Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolchenia, 2**DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2023.1.109.1822***АННОТАЦИЯ**

В статье приведен анализ основных показателей промышленного транспорта. Рассмотрены вопросы, направленные на повышение эффективности работы станции примыкания во взаимодействии с предприятием АО «Невинномысский Азот», который является основным грузоотправителем станции и входит в группу АО «МХК Еврохим». Проанализирована номенклатура выпускаемой продукции АО «Невинномысский Азот», направления поставок, финансовые результаты и перспективы расширения продуктовой линейки. Рассмотрены технологические методы взаимодействия станции и предприятия, предложены мероприятия, позволяющие повысить уровень взаимодействия и качество оказания транспортно-логистических услуг. В рамках цифровизации промышленных предприятий показана роль информационно-логистической системы ИЛС «ILSAR RW».

ABSTRACT

The article provides an analysis of the main indicators of industrial transport. Issues were considered aimed at improving the efficiency of the junction station in cooperation with the company Nevinnomyssky Azot JSC, which is the main consignor of the station and is part of the Evrokhim MCC JSC group. The product range of Nevinnomyssky Azot JSC, supply lines, financial results and prospects for expanding the product line were analyzed. Technological methods of interaction between the station and the enterprise are considered, measures are proposed to increase the level of interaction and the quality of the provision of transport and logistics services. As part of the digitalization of industrial enterprises, the role of the information and logistics system of the ILS "ILSAR RW" is shown.

Ключевые слова: промышленное предприятие, станция примыкания, железнодорожный транспорт, Еврохим, цифровизация, транспортно-логистические услуги.

Keywords: industrial enterprise, junction station, railway transport, Eurochem, digitalization, transport and logistics services.

Неотъемлемой составляющей единой транспортной системы страны является железнодорожный транспорт необщего пользования, который занимает ключевое значение в организации перевозочного процесса. Именно он выполняет доставку промышленных грузов от предприятий до станций, которые входят в общую

сеть компании ОАО «РЖД». Основные показатели промышленного транспорта рассмотрены в таблице 1. Из анализа видно, что несмотря на введенные ограничения и санкции Запада против России, работа промышленного железнодорожного транспорта показывает стабильную и положительную динамику.

Таблица 1

Основные показатели промышленного транспорта [1]

Показатели	2010 г.	2015 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Эксплуатационная длина железнодорожных подъездных путей (на конец года), тыс. км	38	32	39	35	35
Подвижной состав (на конец года), тыс.шт.:					
Локомотивы	9,6	10,1	8,1	9,2	9,3
Грузовые вагоны*	153,0	159,3	213,5	245,9	248,8
Перевезено грузов по путям организаций, млрд т	3,3	3,1	3,0	3,0	3,0
Грузооборот, млрд ткм	108,1	31,1	33,5	35,5	39,8
Объем погрузочно-разгрузочных работ, млрд т	3,5	3,2	3,1	3,0	3,2

Именно на подъездных путях зарождается и погашается основная масса грузопотока, поэтому от рационального уровня взаимодействия железнодорожных станций и путей необщего пользования зависит успешная деятельность практически всех отраслей экономики и повышение уровня жизни населения.

В качестве объекта исследования в работе рассмотрено промышленное предприятие АО «Невинномысский Азот», которое входит в группу компаний АО «МХК «ЕвроХим». Это международная химическая компания, которая является крупнейшим в России производителем минеральных удобрений и входит в пятерку мировых производителей удобрений. Предприятие АО «Невинномысский Азот» обслуживается станцией Невинномысская. Работа железнодорожных путей необщего пользования требует постоянного развития и совершенствования, особенно в период реформирования работы железнодорожного транспорта. В деятельности железнодорожного пути необщего пользования необходимо применение передовых методов, управленческих технологий, соблюдение технологических принципов взаимодействия с железной дорогой. В

связи с этим разработан Единый технологический процесс работы железнодорожного пути необщего пользования (ЕТП) АО «Невинномысский Азот» и станции Невинномысская Северо-Кавказской железной дороги [2]. ЕТП разработан с целью обеспечения согласованности технологий работы станции и пути необщего пользования, а также рационального использования технических средств по обработке вагонов. ЕТП устанавливает последовательность и продолжительность выполнения операций по всем элементам оборота вагонов. Станция обеспечивает своевременную и ритмичную подачу вагонов под выгрузку и порожних вагонов под погрузку, а предприятие в свою очередь своевременно обрабатывает прибывшие вагоны под выгрузку и погрузку.

Рассматриваемое предприятие является одним из самых крупных на Юге России по выпуску минеральных удобрений и продуктов органического синтеза. Широкая номенклатура грузов имеет большой спрос как на внутреннем рынке, так и на международном. Офисы продаж в различных странах обслуживают клиентов из более чем 100 стран мира. Собственные морские терминалы и парк вагонов позволяют снизить транспортно-логистические издержки (рис. 1).

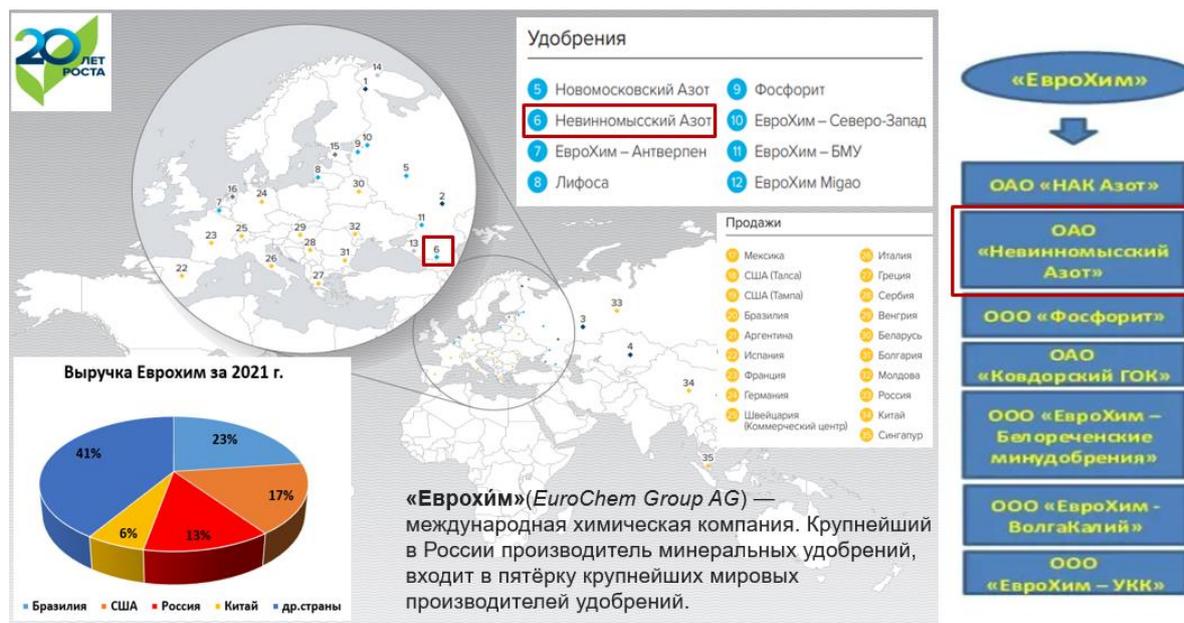


Рис. 1 Производственные предприятия АО «МХК Еврохим» и география продаж продукции

АО «Невинномысский Азот» входит в пятерку производителей азотных удобрений в России, и только на этом предприятии производят меламина. Помимо этого, на предприятии выпускается аммиак, карбамидно-аммиачная смесь,

комплексные NPK-удобрения и др. Продукция завода поставляется на экспорт в 35 стран мира, основу ее составляет следующая номенклатура (рис. 2).



Рис. 2 Номенклатура продукции АО «Невинномысский Азот»

Из-за сложившейся ситуации в стране, санкций против России, сократились поставки некоторых видов удобрений на экспорт и выросли

поставки на внутренний рынок. На рисунке 3 можно проследить такую тенденцию на примере КАС.

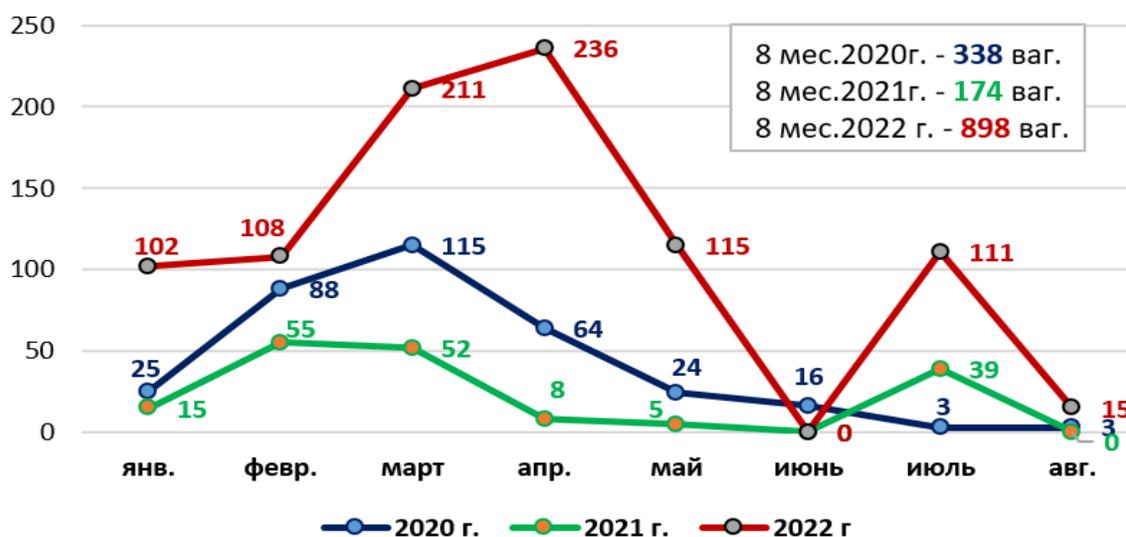


Рис. 3 Динамика погрузки КАС на внутренний рынок, ваг.

Для снижения энергозатрат и улучшения экологической обстановки в регионе была разработана комплексная программа реконструкции и развития предприятия. Стратегическая программа предусматривает модернизацию аммиачного производства, наращивание мощности производства комплексных удобрений и карбамида.

К документам, регламентирующим правовые взаимоотношения между АО «Невинномысский Азот» и станцией примыкания можно отнести: Устав железнодорожного транспорта РФ, Правила перевозок грузов, ЕТП, договор на эксплуатацию железнодорожного пути необщего пользования и другие нормативно-правовые документы.

Взаимодействие со станцией примыкания предусматривает:

- совместное сменно-суточное планирование эксплуатационной работы, выполнение сменных и суточных планов по погрузке и выгрузке вагонов;

- обмен в установленном порядке информацией о подходе грузов и подаче вагонов под погрузку;

- проведение совместного разбора оперативной работы и анализа производственной деятельности станции и АО «Невинномысский Азот»;

- обработку составов и вагонов по нормам, заложенным в едином технологическом процессе работы железнодорожного пути необщего пользования АО «Невинномысский Азот» и станции Невинномысская;

- обеспечение сохранности вагонного парка и перевозимых грузов, безопасности движения маневровых составов.

Непосредственное взаимодействие АО «Невинномысский Азот» и станции примыкания осуществляют маневровый диспетчер станции Невинномысская, дежурный по станции парка «К» и начальник смены железнодорожного цеха, поездные диспетчеры маневровых районов

предприятия, а также приемосдатчики станции и АО «Невинномысский Азот». К мероприятиям, направленным на повышение взаимодействия станции и подъездного пути можно отнести следующее: корректировка рассчитанных технологических нормативов выполнения операций с учетом неравномерности технологического процесса и изменения перевозок; оценка соответствия путевого развития потребностям; разработка суточного плана-графика работы станции и подъездных путей; увеличение доли отправительской маршрутизации; развитие форм взаимодействия, в том числе на договорных условиях (контейнерные сервисы, грузовые экспрессы, специализированные расписания, коммерческая диспетчеризация);

развитие системы суточного клиентского плана погрузки.

В компании проходит полномасштабная цифровизация железнодорожных станций, в том числе промышленных предприятий [3, 4]. В рамках данного проекта на рабочих местах АО «Невинномысский Азот» в конце 2022 года была установлена информационно-логистическая система ИЛС «ILSAR RW», направленная на повышение эффективности работы предприятия и уровня взаимодействия его со станцией примыкания. Программа предназначена для ведения, учета и планирования деятельности предприятия в области транспортной логистики, оптимизации логистических операций, снижения транспортных, производственных, логистических затрат и рисков (рис. 4).

№ п/п	Сос.	Поезд	Намер...	Род...	Дата и время...	Состояние вагона	Последни...	Дата...	Проводитель	Грузова...	Станция...	Вес...	Груз	Операто...	Глу...	Статус
6	239	2078	63780811	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	69,400	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
7	239	2078	56892177	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	70,800	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
8	239	2078	59281113	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	70,950	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
9	239	2078	68202336	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	76,800	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
10	239	2078	62500657	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	74,950	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
11	239	2078	52934990	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	69,800	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
12	239	2078	58635822	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	70,000	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
13	239	2078	53741559	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	70,850	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
14	239	2078	53834354	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	70,850	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
15	239	2078	53835989	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	70,800	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
16	239	2078	68213313	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	76,900	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
17	239	2078	68113018	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	76,750	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
18	239	2078	62576848	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	74,850	ДОМШ (...)	...	...	Груженный
19	239	2078	55429039	полу...	14.02.2019 14:45	На предприятии	Павана	04.02.2019	...	13-1	...	69,700	ДОМШ (...)	...	...	Груженный

Рис. 4 Фрагмент ведения, учета и планирования деятельности предприятия АО «Невинномысский Азот»

В системе отображается информация о количестве принятых вагонов на предприятие, их местоположение, под какой груз предъявлены вагоны, где находятся локомотивы (рис. 5). Система позволяет вести мониторинг выполнения заявленного покупателем объема поставки груза, обеспечения наличия вагонов для выполнения заявленного плана, использования вагонов на пути

необщего пользования, использования транспортных средств, отображать наличие и положение подвижного состава на предприятии, отслеживать дислокацию грузов, отправленных в адрес предприятия, т.е. позволяет контролировать полный цикл оборота вагонов с учетом логистического планирования от прибытия на путь необщего пользования до отправки покупателю.

№ п/п	Путь	Дата...	Номер	Тип...	Род...	К...	Группа	П...	Поезд	КРО-П...	Масс...	Слос...	Посе...	Контр...	Род...	Оста...	Разме...	Отметки	Напра...	Опера...	Г...	О...	При...	Часо...	
Станция: Невинномысский Азот (Кол-во=1454), (Вагонов: 1447), (Локомотивов: 6), (Башмаков: 0), (ССПС: 1)																									
Парк: 1-й маневровый район (Кол-во=309), (Вагонов: 307), (Локомотивов: 2), (Башмаков: 0), (ССПС: 0)																									
Парк: 2-3-й маневровый район (Кол-во=911), (Вагонов: 907), (Локомотивов: 3), (Башмаков: 0), (ССПС: 1)																									
Парк: Фосфогипс (Кол-во=56), (Вагонов: 56), (Локомотивов: 0), (Башмаков: 0), (ССПС: 0)																									
Парк: ППЦ (ПЧ-8) (Кол-во=80), (Вагонов: 79), (Локомотивов: 1), (Башмаков: 0), (ССПС: 0)																									
Путь: 25 Отстой вагонов (Кол-во=1), (Вагонов: 1), (Локомотивов: 0), (Башмаков: 0), (ССПС: 0) | (Б/О: 1) | (Б/Н: 1)																									
1	25 Отс...	03.11...	51924...	Вагон	цксте...	0	6697	1			0,000								49 059		АО Ч...			308,1	
Путь: 24 Отстой вагонов (Кол-во=5), (Вагонов: 5), (Локомотивов: 0), (Башмаков: 0), (ССПС: 0) | (Б/О: 5) | (Б/Н: 5)																									
1	24 Отс...	08.11...	59970...	Вагон	ПЛ д...	0	10633	1			0,000	Оконч...								АО Ч...			Проб...	315,4	
2	24 Отс...	02.11...	51232...	Вагон	цксте...	0	5576	1			0,000	Оконч...							131 ...	Мед	АО Ч...			Норм...	188,0
3	24 Отс...	30.10...	51924...	Вагон	цксте...	0	3244	1			0,000	Сборк...							55 496		АО Ч...			Норм...	308,2
4	24 Отс...	30.10...	50994...	Вагон	цксте...	0	3244	2			0,000	Сборк...									АО Ч...			Норм...	308,2
5	24 Отс...	30.10...	50987...	Вагон	цксте...	0	3244	3			0,000	Сборк...							140 ...		АО Ч...			Норм...	308,2

Рис. 5 Фрагмент наличия вагонов на АО «Невинномысский Азот»

ИЛС «ILSAR RW» ускоряет процесс подготовки и выдачи документов по взаимодействию и расчетам с контрагентами.

Предложенные меры помогут достичь следующие цели: обеспечить сквозной процесс оперативной логистики на всех этапах движения

груза на территории предприятия с использованием вагонов и автомобилей; повысить эффективность управления логистическими процессами планирования, организации и учета перевозок по погрузке готовой продукции и выгрузке сырья на основе утвержденных планов производства и отгрузки готовой продукции, а также согласованного плана по заявкам ГУ-12; ускорить принятия управленческих решений персоналом предприятия за счет построения единой отчетности и применения современных средств коммуникации внутри системы.

Взаимодействие в работе станции Невинномысская и подъездного пути АО «Невинномысский Азот» заключается в комплексном руководстве грузовой и маневровой работой, совместном составлении оперативных планов работы, которые должны обеспечивать выполнение плана перевозок, равномерную работу станции и подъездного пути в течение суток и смен, выполнение норм простоя вагонов и других показателей.

Автором рассмотрены актуальные вопросы, направленные на рациональное взаимодействие железнодорожного транспорта общего и необщего пользования. Актуальность работы связана с тем, что на сети наблюдается профицит парка вагонов, принадлежащих различным собственникам, а для его отстоя не хватает станционных путей. Поэтому основными задачами становятся: обеспечение ритмичной работы предприятия, транспортировка грузов и своевременная подача порожних вагонов под погрузку, развитие механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ, рациональная организация работы локомотивных и вагонных парков, улучшение использования технического оснащения и четкого взаимодействия магистрального и промышленного транспорта. Также одним из ключевых направлений повышения эффективности работы промышленного и магистрального транспорта является создание новых цифровых и

информационных решений при увязке АСУ РЖД и АСУ промышленных предприятий, что в свою очередь обеспечит сокращение затрат на ожидание выполнения технологических операций и повысит регулярность перевозок. На некоторых промышленных предприятиях уже успешно реализованы программные продукты. Например, на предприятии «ЕВРАЗ» внедрена и показала хорошие результаты информационная система «ЖД Диспетчер». Для автоматизации процессов сменно-суточного планирования, а также эксплуатационной работы на предприятии Балаковские минеральные удобрения была внедрена Автоматизированная система управления транспортной логистикой (АСУ ТЛ). Совершенствование системы обслуживания клиентов и повышение уровня взаимодействия промышленных предприятий и станций примыкания не возможен без применения новых цифровых и информационных систем [4].

Библиографический список

1. Транспорт в России. 2022: Стат.сб./Росстат. – Т65 М., 2022 -101 с.
2. Единый технологический процесс работы железнодорожного пути необщего пользования АО «Невинномысский Азот» и станции Невинномысская Северо-Кавказской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» от 30.11.2018 г.
3. Стратегия цифровой трансформации ОАО «РЖД». Приложение к протоколу правления ОАО «РЖД» от 23.08.2021 г. № 40.
4. Чеботарева Е.А. Развитие автоматизированных систем управления логистикой железнодорожных перевозок на промышленных предприятиях и автоматизации процессов взаимодействия с операторами и экспедиторами / Е. А. Чеботарева, И. А. Солоп // Транспорт: наука, образование, производство : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Транспорт-2019 / ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов н/Д, 2019. - Т. 2 - С. 273-277.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИУДК: 524.834
ГРНТИ: 41.29.25**ПЕРТУРБАЦИОННАЯ КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ С $\Lambda=0$** *Беляев Владимир Борисович*
ORCID: 0000-0001-6633-0051**PERTURBATION COSMOLOGICAL MODEL WITH $\Lambda=0$** **АННОТАЦИЯ**

Предложена описываемая пертурбационной метрикой космологическая модель, в которой пространство увлекается разлетающейся в результате Большого Взрыва материей, расширяясь с меньшей скоростью. Получены космологические параметры для локальной части Вселенной. В ней расширение происходит в отсутствие темной энергии. Плотность материи согласуется с красным смещением спектра галактик при нулевом космологическом члене лямбда. В отсутствие поступления внешней энергии и импульса решение уравнений Эйнштейна предполагает давление, равное нулю и ускоренное расширение.

ABSTRACT

A cosmological model described by the perturbation metric is proposed, in which space is entrained by matter expanding as a result of the Big Bang. Cosmological parameters for the local part of the Universe are obtained. Expansion of space at a lower speed occurs in the absence of dark energy. The density of matter in the Universe is consistent with the redshift of distant galaxies at a zero cosmological constant. In the absence of an input of external energy and momentum, the solution of the Einstein equations assumes a pressure equal to zero and an accelerated expansion.

Ключевые слова: космология, возмущенная ФЛРУ метрика, уравнения Эйнштейна, плотность энергии, лагранжиан частицы, постоянная Хаббла

Keywords: cosmology, perturbed FLRW metric, Einstein equations, energy density, particle Lagrangian, Hubble constant

1. Введение

Космологическая модель Λ CDM (Lambda cold dark matter), основанная на метрике Фридмана — Леметра — Робертсона — Уокера, предполагает наличие во Вселенной темной энергии, которая составляет до 2/3 ее общей энергии. Наличие этой равномерно распределенной в пространстве энергии следует из уравнения Фридмана, связывающего плотность энергии и постоянную Хаббла. Источник этой энергии не обнаружен. В Λ CDM модели материя синхронно движется с

расширяющимся пространством. Мы рассмотрим космологическую модель, в которой пространство увлекается разлетающейся в результате Большого взрыва материей.

2. Решение уравнений Эйнштейна для пертурбационной метрики

Обобщением ФЛРУ метрики является возмущенная метрика [1-3], в которой появляются дополнительные члены. Здесь будет рассматриваться пространство-время со следующим линейным элементом:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - 2cf(t)rdrdt - (a(t)^2 - f(t)^2 r^2)dr^2 - a(t)^2 r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2), \quad (1)$$

где $f(t)$ является дополнительной пространством-времени. Компонентами тензора метрической функцией. При малых r эта метрика Эйнштейна [4] являются приближена к метрике плоского расширяющегося

$$G^{11} = \frac{1}{a^6} \{3a^4 \dot{a}^2 - 6a^3 f \dot{a} + r^2 [2(a^2 f^2 - f^3 \dot{a}) \dot{a} + 2af^3 \ddot{a} - 4a^2 f^2 \dot{a}^2] +$$

$$r^4 [f^4 \dot{a}^2 + 2af^3 \dot{a} \dot{f}]\}, \quad (2)$$

$$G^{12} = G^{21} = \frac{fr}{a^6} [(2af \dot{a} + f \dot{a}^2)r + (2af \dot{a} + 2f \dot{a} - 3a \dot{a}^2)a], \quad (3)$$

$$G^{22} = \frac{1}{a^6} \{-2a^3 \ddot{a} - a^2 \dot{a}^2 + 2a^2 \dot{f} + 2af \dot{a} + r^2 (2af \dot{a} \dot{f} + f^2 \dot{a}^2)\}, \quad (4)$$

$$G^{33} = G^{44} \sin^2 \theta = \frac{1}{a^6 r^2} \{-2a^3 \ddot{a} - a^2 \dot{a}^2 + 2a^2 \dot{f} + 2af \dot{a} +$$

$$r^2 (a \ddot{a} f^2 - f^2 \dot{a}^2 + f a^2 \dot{f} + a^2 \dot{f}^2 + a f \dot{a} \dot{f})\}, \quad (5)$$

где $(\dot{})$ обозначает дифференцирование по $x^1 = ct$.

Компоненты контравариантного тензора энергии-импульса соответствуют плотностям

$$T^{ij} = (c^2\rho + p)u^i u^j - g^{ij}p. (6)$$

Не равные нулю контравариантные коэффициенты метрики (1) будут следующими:

$$g^{11} = \frac{a^2 - f^2 r^2}{a^2}, g^{12} = g^{21} = -\frac{fr}{a^2}, g^{22} = -\frac{1}{a^2},$$

$$g^{33} = -\frac{1}{a^2 r^2}, g^{44} = -\frac{1}{a^2 r^2 \sin^2 \theta}. (7)$$

Ненулевыми компонентами тензора энергии-импульса (6) будут

$$T^{11} = (c^2\rho + p)(u^1)^2 - \left(1 - \frac{f^2 r^2}{a^2}\right)p, (8)$$

$$T^{12} = T^{21} = (c^2\rho + p)u^1 u^2 + \frac{fr}{a^2}p, (9)$$

$$T^{22} = (c^2\rho + p)(u^2)^2 + \frac{1}{a^2}p. (10)$$

и при отсутствии углового движения материи

$$(u^3 = u^4 = 0)$$

$$T^{33} = T^{44} \sin^2 \theta = \frac{1}{a^2 r^2}p. (11)$$

Рассмотрим модель с космологической постоянной $\Lambda = 0$. Будем искать решение для области, в которой радиальная скорость u^2 мала, и член компоненты T^{22} , содержащий ее квадрат, мал и может не учитываться. Далее мы обоснуем это предположение. Также будем предполагать, что

члены компонент тензора Эйнштейна (2)-(5), стоящие в числителе и содержащие r^2 , малы и могут не учитываться. При соблюдении второго условия и для g^{11} уравнения Эйнштейна $G^{ij} = \chi T^{ij} + g^{ij}\Lambda$ с компонентами тензоров энергии-импульса (8)-(11) приносят

$$\frac{3a\dot{a}^2 - 6f\dot{a}}{a^3} = \chi c^2 \rho, (12)$$

$$\frac{2af + 2f\dot{a} - 3a\dot{a}^2}{a^3} = \chi \frac{a^2}{fr} (c^2\rho + p)u^1 u^2 + \chi p, (13)$$

$$\frac{-2a^2\ddot{a} - a\dot{a}^2 + 2af + 2f\dot{a}}{a^3} = \chi p. (14)$$

Отсутствие поступления дополнительной энергии и импульса означает равенство соответствующих им плотностей T^{12}, T^{21} нулю, то

есть, правой части уравнения (13). Из его левой части получаем

$$2af + 2f\dot{a} - 3a\dot{a}^2 = 0. (15)$$

Выбираем систему отсчета так, что выполняется условие (7.36). Решая это уравнение относительно f , находим

$$f(t) = \frac{1}{a} \left(f_0 + \frac{3}{2} c \int_{ct_0}^{ct} \dot{a}^2 adt \right) (16)$$

при $f(t_0) = f_0$. Подставим эту величину в уравнение (12) при условии

$$\rho = \frac{\rho_0}{a(t)^3}, (17)$$

где $\rho_0 = \rho(t_0)$ это средняя плотность Вселенной в настоящее время. Полученное уравнение приводится к виду

$$3a\dot{a}^2 - \frac{6f_0\dot{a}}{a} - \frac{9\ddot{a}}{a}c \int_{ct_0}^{ct} \dot{a}^2 adt = \chi c^2 \rho_0. (18)$$

Выражая отсюда интеграл и дифференцируя

его по x^1 , из полученного равенства находим

$$\chi c^2 \rho_0 \left(1 - \frac{a\ddot{a}}{\dot{a}^2}\right) = -3\dot{a}^2 a + 3\ddot{a}a^2. (19)$$

Это уравнение имеет решение

$$a(t) = e^{cA_1(t-t_0)}, (20)$$

где A_1 является постоянной.

Из уравнений (14) и (15) получаем давление

$$p = -\frac{2}{c\chi} \frac{d}{dt} \left(\frac{\dot{a}}{a}\right), (21)$$

которое ввиду (20) оказывается $p = 0$. В этом случае из (13) при условии отсутствия энергии и импульса извне (15) находим радиальную компоненту скорости материи в

$$u^2 = 0. (22)$$

Таким образом, оказывается справедливым предположение о том, что радиальная скорость рассматриваемой области мала и может не

сопутствующей расширяющемуся пространству системе отсчета

учитываться в компоненте тензора энергии-импульса (10).

Функция (16) принимает вид

$$f(t) = e^{-cA_1(t-t_0)} f_0 + \frac{1}{2} A_1 (e^{2cA_1(t-t_0)} - e^{-cA_1(t-t_0)}) (23)$$

и уравнение (18) приносит

$$3A_1^2 - 6f_0 A_1 = \chi c^2 \rho_0. (24)$$

3. Изменение энергии фотона

Определим, как меняется энергия фотона в рассматриваемом пространстве-времени.

Уравнения Эйлера-Лагранжа [6-10] для компонент ковариантного вектора энергии-импульса светоподобной частицы единичной энергии

$$\frac{dp_\lambda}{d\mu} - F_\lambda = 0 (25)$$

при

$$F_\lambda = \frac{1}{2u_1 u^1} \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^\lambda} u^i u^j, (26)$$

соответствующие энергии и радиальному импульсу, примут вид

$$\frac{dp_1}{d\mu} = -\frac{1}{u_{1ph} u_{ph}^1} [f r u_{ph}^1 u_{ph}^2 + (\dot{a}a - f f r^2)(u_{ph}^2)^2], (27)$$

$$\frac{dp_2}{d\mu} = -\frac{1}{u_{1ph} u_{ph}^1} [f u_{ph}^1 u_{ph}^2 + r f^2 (u_{ph}^2)^2]. (28)$$

Из равенства нулю интервала (1) получаем

$$u_{ph}^2 = \frac{1}{fr + \sigma a} u_{ph}^1. (29)$$

где σ принимает значения ± 1 .

Выражение для временной компоненты ковариантного вектора скорости следующее:

$$u_{1ph} = u_{ph}^1 - fru_{ph}^2 = \frac{a}{a + \sigma fr} u_{ph}^1. \quad (30)$$

После подстановки этих величин уравнения (27), (28) переписываются в форме

$$\frac{dp_1}{d\mu} = \frac{\dot{f}r - \dot{a}}{fr + \sigma a}, \quad (31)$$

$$\frac{dp_2}{d\mu} = \frac{f}{fr + \sigma a}. \quad (32)$$

Поскольку ковариантная и контравариантная временные компоненты обобщенных импульсов светоподобной частицы

$$p_\lambda = \frac{u_\lambda}{u^1 u_1}, \quad (33)$$

$$p^\lambda = \frac{u^\lambda}{u^1 u_1} \quad (34)$$

связаны между собой следующим образом:

$$p^1 = \frac{u_{ph}^1}{u_{1ph}} p_1 = \left(1 + \sigma \frac{fr}{a}\right) p_1, \quad (35)$$

скорость изменения энергии может быть записана в виде

$$\frac{dp^1}{d\mu} = \left(1 + \sigma \frac{fr}{a}\right) \frac{dp_1}{d\mu} + \sigma \frac{1}{a^2 u_{ph}^1} [r(fa - af)u_{ph}^1 + fau_{ph}^2]. \quad (36)$$

Подставляя сюда u_{ph}^2 (29) и $dp_1/d\mu$ (31), находим

$$\frac{dp^1}{d\mu} = \frac{1}{fr + \sigma a} \left\{ \dot{f}r - \dot{a} + \sigma \frac{1}{a^2} [r(fa - af)(fr + \sigma a) + fa] \right\}. \quad (37)$$

В случае движения света, испущенного по отношению к наблюдателю, выбираем $\sigma = 1$. Считая в рассматриваемой области члены этого уравнения, содержащие r , малыми, можем записать

$$\frac{dp^1}{d\mu} = -\frac{\dot{a}}{a} + \frac{f}{a^2}, \quad (38)$$

что при подстановке (20) и (23) преобразуется к виду

$$\frac{dp^1}{d\mu} = -A_1 + f_0 e^{-3cA_1(t-t_0)} + \frac{1}{2} A_1 (1 - e^{-3cA_1(t-t_0)}). \quad (39)$$

В рассматриваемой области энергия радиально движущегося фотона составляет

$$E_{ph} = h\nu_0 \left(1 - r \frac{dp^1}{d\mu} \Big|_{t=t_0} \right), \quad (40)$$

где ν_0 - значение частоты фотона в точке наблюдения. Ввиду того, что в космологической модели, описываемой ортогональной метрикой, постоянная Хаббла выражается как

$$\ddot{H} = c \frac{\dot{a}(t_0)}{a(t_0)}, \quad (41)$$

из уравнения (24) при сравнении его с уравнением Фридмана

$$\chi c^2 \rho = \frac{3}{a^2} [k + (\dot{a})^2] - \Lambda \quad (42)$$

следует, что A_1 может быть величиной одного порядка с параметром Хаббла. После подстановки функции f (23) без малых величин уравнение (39) примет вид

$$\left. \frac{dp^1}{d\mu} \right|_{t=t_0} = -A_1 + f_0. \quad (43)$$

Поскольку в рассматриваемой области метрика пространства-времени (1) приближается к метрике Миньковского, то аффинный параметр будет близок к $\mu = ct$.

4.Изменение энергии материальной частицы в сопутствующей системе отсчета

Лагранжиан материальной частицы [6] в пространстве-времени (1) будет

$$L = cm\{(u^1)^2 - 2f(t)ru^1u^2 - [a(t)^2 - f(t)^2r^2](u^2)^2 - a(t)^2r^2((u^3)^2 + \sin^2\theta(u^4)^2)\}^{1/2}. \quad (44)$$

Движение материальной частицы в гравитационном поле, как и фотона, в соответствии с уравнением (25) при $\mu = s$ может быть представлено [6,10] как результат действия обобщенных сил

$$F_\lambda = \frac{\partial L}{\partial x^\lambda} = \frac{1}{2} cm \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^\lambda} u^i u^j, \quad (45)$$

не образующих, однако, в общем случае тензор первого порядка. Компоненты вектора обобщенных сил, ассоциированного F_λ ,

$$F^k = \frac{1}{2} cm g^{k\lambda} \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^\lambda} u^i u^j \quad (46)$$

при таком подходе связываются с движения (25) для контравариантного импульса гравитационными силами $F^k = cF^k$. Уравнения преобразуются к виду

$$\frac{d\vec{p}^k}{d\mu} = \frac{dp^k}{d\mu} + \frac{d\vec{p}^k}{d\mu} = F^k, \quad (47)$$

где

$$\frac{d\vec{p}^k}{d\mu} = g^{k\lambda} \frac{\partial g_{\lambda i}}{\partial x^j} u^j p^i \quad (48)$$

является энергией, передаваемой соответствующая энергии, F_m^1 обращается в ней в 0. Скорость изменения переданной гравитационному полю энергии (48) составит

Рассмотрим частицу материи в сопутствующей системе отсчета, в которой она неподвижна (22). Компонента вектора силы (46),

$$\frac{d\vec{p}_m^1}{ds} = cm \frac{f\dot{f}r^2}{a^2}. \quad (49)$$

Ввиду (47) энергия материальной частицы меняется со скоростью

$$\frac{dp_m^1}{ds} = -cm \frac{f\dot{f}r^2}{a^2}. \quad (50)$$

Производная функции $f(t)$ имеет вид

$$\dot{f} = -A_1 f_0 e^{-cA_1(t-t_0)} + A_1^2 \left(e^{2cA_1(t-t_0)} + \frac{1}{2} e^{-cA_1(t-t_0)} \right). \quad (51)$$

Теперь мы можем записать изменение энергии материальной частицы в виде

$$\left. \frac{dp_m^1}{ds} \right|_{t=t_0} = cmf_0^2 A_1 r^2. (52)$$

В рассматриваемой области энергия материальной частицы будет

$$E_m = c \left(cm - r \left. \frac{dp_m^1}{ds} \right|_{t=t_0} \right). (53)$$

5. Космологические параметры

Уравнение (24) переписывается в форме

$$3(A_1 - f_0)^2 - 3f_0^2 = \chi c^2 \rho_0. (54)$$

Будем полагать, что f_0 является величиной одного порядка с A_1 и, соответственно, с постоянной Хаббла. Поскольку в рассматриваемой

области величина fr является малой, то с учетом выражений для скорости изменения энергий частиц (43) и (52) изменение энергии материальной частицы будет малой величиной по сравнению с изменением эквивалентной энергии фотона (40) ввиду

$$\left(\left. \frac{dp_m^1}{ds} \right|_{t=t_0} \right) / \left(\left. h\nu_0 \frac{dp^1}{d\mu} \right|_{t=t_0} \right) = o(fr), (55)$$

где параметры дифференцирования будут

$$s \approx \mu \approx ct. (56)$$

Наблюдаемое красное смещение энергии (53). В малой окрестности без малых величин фотонов рассматривается как результат изменения высшего порядка ввиду (55) оно составит отношения их энергии (40), (43) к энергии атомов

$$\frac{E_{ph}}{E_m} = \frac{h\nu_0}{c^2 m} [1 + r(f_0 - A_1)], (57)$$

откуда следует величина постоянной Хаббла в настоящее время

$$H_0 = c(A_1 - f_0). (58)$$

Оценим величины A_1 и f_0 с помощью соотношении (58) уравнение (54) переписывается в известных космологических параметров. При виде

$$3 \left(\frac{H_0}{c} \right)^2 - 3f_0^2 = \chi c^2 \rho_0. (59)$$

Рассмотрим модель, в которой темная энергия космологии ее плотность относится ко второму отсутствует, считая, что определяемая в Λ CDM члену справа в этом уравнении:

$$\rho_\Lambda = \frac{3}{\chi c^2} f_0^2. (60)$$

Для плоского пространства отождествляем параметр плотности темной энергии со следующей величиной:

$$\Omega_{f_0^2} \equiv \Omega_\Lambda. (61)$$

Отсюда имеем

$$f_0 = \pm \frac{H_0}{c} \sqrt{\Omega_{f_0^2}} (62)$$

и, соответственно,

$$A_1 = \frac{H_0}{c} \left(1 \mp \sqrt{\Omega_{f_0^2}} \right). \quad (63)$$

Согласно результатам, основанным на данных космической обсерватории «Планк» [11], значение параметра плотности темной энергии, подчитанное различными способами, составляет около $\Omega_\Lambda = 0.69_{-0.02}^{+0.05}$. Для него получаем $f_0 = \pm 0.831 \frac{H_0}{c}$. Из

уравнения (44) следует, что движение материи и пространства будут сонаправленными при отрицательном f_0 , что приносит $A_1 = 0.169 \frac{H_0}{c}$. Ввиду (20), (38) и (55) постоянная Хаббла в настоящее время меняется как

$$\frac{dH}{dt} = -c \frac{df}{dt}. \quad (64)$$

Подставляя найденные значения f_0 и A_1 в (51), находим

$$\left. \frac{dH}{dt} \right|_{t=t_0} = -0.183 \times H_0^2. \quad (65)$$

Величина, определяемая в космологической модели, описываемой ортогональной метрикой, как параметр замедления расширения Вселенной

$$q = -1 - \frac{1}{H^2} \frac{dH}{dt} \quad (66)$$

в настоящее время в этом случае составит $q_0 = -0.817$. Оценки параметра q_0 , полученные из анализа данных наблюдений, существенно зависят от выборки данных, космологической модели и метода анализа [12-14]. В приведенных работах диапазон полученного значения параметра замедления находится в границах -1.37 и -0.31 .

6. Заключение

В отличие от Λ CDM космологической модели, в которой пространство синхронно движется с материей, в данном случае пространство увлекается разлетающейся в результате Большого Взрыва материей, расширяясь с меньшей скоростью. Этот эффект подобен происходящему в пространстве-времени Керра и может рассматриваться как проявление принципа Маха [15], связывающего инертную массу с окружающей материей, который, однако, не имеет достаточно четкой формулировки. Предполагается, что пространство может быть идентифицировано с некоторыми структурами вакуума.

В рассмотренной модели локальной части Вселенной отсутствие поступления дополнительной энергии и импульса соответствует экспоненциальному расширению пространства и нулевому давлению. Полученное уравнение, связывающее постоянную относительного расширения пространства и параметр ускоренного разлета материи с плотностью энергии в пределах известных космологических параметров допускает модель с нулевой космологической постоянной без темной энергии. Для развития данной модели следует определить ее параметры для больших расстояний, на которых допущение о малости дополнительных членов метрики не действует.

Список литературы:

1. Рубаков В. А., Тиняков П. Г. Модификация гравитации на больших расстояниях и массивный гравитон. УФН. 2008;178:785–822. [Rubakov VA, Tinyakov PG Infrared-modified gravities and massive gravitons. Phys. Usp. 2008;51:759–792.] <https://doi.org/10.3367/UFNr.0178.200808a.0785>
2. Clifton T, Ferreira PG, Padilla A, Skordis C Modified gravity and cosmology. Phys. Rep. 2012;513(1–3):1-189. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2012.01.001>
3. Glinka LA Massive Electrodynamics Gravity. Applied Mathematics and Physics. 2014;2(3):112-118.
4. Компоненты тензора Эйнштейна получены с использованием программы Maxima.
5. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. 6-е изд. Москва: Наука; 1973. [Landau LD, Lifshitz EM The Classical Theory of Fields. 4th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2000.]
6. Беляев В. Б., Динамика в общей теории относительности: вариационные методы. М.: УРСС; 2017. [Belayev VB, Dinamika v obshhej teorii otноситel'nosti: variacionnye metody. Moscow: URSS; 2017. (In Russ).]
7. Tsipenyuk DYU, Belayev WB Extended space model is consistent with the photon dynamics in the gravitational field. J. Phys.: Conf. Ser. 2019;251 012048. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1251/1/012048>
8. Tsipenyuk DYU, Belayev WB Photon dynamics in the gravitational field in 4D and its 5D extension. Rom. Rep. Phys. 2019;71(4):109.
9. Ципенюк Д. Ю., Беляев В. Б. Оболочечные структуры в микрофизических объектах в 5-D модели расширенного пространства. РЭНСИТ. 2019; 11(3):249-260. [Tsipenyuk DYU, Belayev WB Bubble structures in

microphysical objects in 5-D extended space model. *RENSIT*. 2019;11(3):249-260.]

<https://doi.org/10.17725/rensit.2019.11.249>

10. Tsipenyuk DYu, Belayev WB Gravitational Waves, Fields, and Particles in the Frame of (1 + 4)D Extended Space Model. In: C. Frajuca, editor. *Gravitational Waves - Theory and Observations*. Rijeka: IntechOpen; 2023, <https://doi.org/10.5772/intechopen.1000868>.

11. Aghanim N et al. Planck 2018 results - VI. Cosmological parameters. *A&A* 2020;641(A6). arXiv:1807.06209. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833910>

12. Rubin D, Hayden B Is the expansion of the universe accelerating? All signs point to yes.

Astrophys. J. Lett. 2016;833(L30). arXiv:1610.08972. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/833/2/L30>

13. Camarena D, Marra V Local determination of the Hubble constant and the deceleration parameter. *Phys. Rev. Research* 2020;2 013028. arXiv:1906.11814. <https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.2.013028>

14. Rubin D, Heitlauf J Is the expansion of the universe accelerating? All signs still point to yes: a local dipole anisotropy cannot explain dark energy. *ApJ*. 2020;894(68). arXiv:1912.02191. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab7a16>

15. Эйнштейн А. Сущность теории относительности, Москва: ИЛ; 1955. [Einstein A The Meaning of Relativity, 4th ed. Princeton: Princeton University Press; 1953.]

УДК 004.891.3

РАЗВЕРТЫВАНИЕ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ STREAMLIT

Хамимдова Д.Н.

*Технологический университет Таджикистана,
Душанбе, 734061, Республика Таджикистан
<https://orcid.org/0000-0003-0716-6209>*

DEPLOYING MACHINE LEARNING MODEL WITH STREAMLIT

D. N. Khamimdova

*Technological University of Tajikistan,
Dushanbe, 734061, Republic of Tajikistan
<https://orcid.org/0000-0003-0716-6209>*

АННОТАЦИЯ

Развертывание моделей машинного обучения (МО) становится все более популярным выбором среди разработчиков и специалистов по данным благодаря ее многочисленным преимуществам и потенциальным применениям. В данной статье обсуждается процесс развертывания модели МО с использованием данных МРТ, и описывается, как она была развернута с помощью Streamlit, популярной библиотекой Python для создания интерактивных веб-приложений. Результаты демонстрируют эффективность модели искусственного интеллекта (ИИ) для выявления болезни Альцгеймера. Объясняются этапы подготовки модели ИИ к развертыванию, включая предварительную обработку данных. Затем демонстрируются, создание приложения, которое позволяет пользователям взаимодействовать с моделью ИИ, вводя данные и получая прогнозы. Целью является обсуждение реализации и развертывания модели ИИ, способной выявлять болезнь Альцгеймера по данным МРТ.

ABSTRACT

Deploying machine learning (ML) models is becoming an increasingly popular choice among developers and data scientists due to its many benefits and potential applications. This article discusses the process of deploying an ML model using MRI data and describes how it was deployed using Streamlit, a popular Python library for building interactive web applications. The results demonstrate the effectiveness of an artificial intelligence (AI) model for detecting Alzheimer's disease. Explains the steps involved in preparing an AI model for deployment, including data preprocessing. It then demonstrates how to build an application that allows users to interact with the AI model by entering data and getting predictions. The goal is to discuss the implementation and deployment of an AI model capable of detecting Alzheimer's disease from MRI data.

Ключевые слова: искусственный интеллект, модель, машинное обучение, болезнь Альцгеймера, набор данных, алгоритм, точность.

Key words: artificial intelligence, model, machine learning, Alzheimer's disease, data set, algorithm, accuracy.

В настоящее время ИИ становится все более широко распространенным и востребованным инструментом в различных сферах человеческой деятельности. Машинное обучение и глубокое обучение, как часть искусственного интеллекта,

играют ключевую роль в создании инновационных приложений и решении сложных задач. Однако проблемой часто является не только разработка и обучение моделей, но и их успешное развертывание, и предоставление пользователю.

Развертывание моделей МО с помощью Streamlit становится все более популярным выбором среди разработчиков и специалистов по данным. Streamlit — это мощная платформа с открытым исходным кодом, которая позволяет легко создавать интерактивные веб-приложения. Благодаря своей простоте и гибкости он быстро завоевал популярность в сообществе ИИ как предпочтительный инструмент для демонстрации и развертывания моделей машинного обучения.

Благодаря достижениям в алгоритмах машинного обучения и доступности больших наборов данных модели ИИ теперь могут помочь в раннем обнаружении и диагностике заболеваний. Одним из таких заболеваний является болезнь Альцгеймера (БА), наиболее распространенный тип деменции, состояния, при котором головной мозг перестает выполнять свои функции должным образом. На ранней стадии симптомы деменции могут быть минимальными, но по мере того, как болезнь оказывает все большее влияние на мозг, симптомы усиливаются. Постепенно прогрессирует снижение памяти и мыслительных процессов, нарушается ориентация в пространстве и во времени, появляется неспособность к обучению, изменения в личности, приводящие к её

полному распаду [1]. От этой болезни страдают миллионы людей во всем мире. Поэтому раннее выявление БА имеет важное значение для эффективного лечения и контроля заболевания. Для развертывания модели ИИ, способной выявлять болезнь Альцгеймера по данным МРТ сначала нужно обучить модель ИИ, используя набор данных МРТ.

Методы

Данные, которые используются в данной работе, были созданы в рамках проекта Open Access Series of Imaging Studies (OASIS), которые можно использовать для различных моделей машинного обучения для раннего выявления легкой и умеренной деменции (таблица 1). Набор данных состоит из 150 субъектов в возрасте от 60 до 96 лет, полученных с помощью одного и того же сканера с использованием идентичных последовательностей. Каждый субъект был просканирован во время двух или более посещений с промежутком не менее одного года, всего 373 сеанса визуализации [2].

Таблица 1.

Описание набора данных

Название столбцов	Описание
Subject ID	Идентификация по ID
MRI ID	Идентификация по МРТ
Group	Деменция, слабоумие, недеменция
Visit	Посещение врача
MR Delay	Время задержки (контрастность)
M/F	Пол
Hand	Левша или правша
Age	Возраст
EDUC	Образование (годы в обучения)
SES	Социальноэкономический статус
MMSE	Мини-обследование психического состояния
CDR	Клинический рейтинг деменции
eTIV	Расчетный общий внутрочерепной объем
nWBV	Нормализация всего объема мозга
ASF	Масштабный коэффициент Атласа

Первым шагом в разработке модели с использованием данных МРТ является предварительная обработка данных. Предварительная обработка данных является важным этапом в процессе анализа данных. Он включает в себя преобразование необработанных данных в понятный формат и подготовку их для дальнейшего анализа. Методы предварительной обработки данных включают очистку данных, нормализацию, преобразование и выбор признаков.

В ходе предварительной обработки данных мы обнаружили, что в поле SES отсутствует 19 значений, а в поле MMSE - 2 значения.

После предварительной обработки можно визуализировать данные на языке программирования Python, который становится все более популярным для приложений обработки данных и машинного обучения. Визуализацию мы проводим на данных Ege, Educ, ASF, eTIV и nWBV (рис. 1-3).

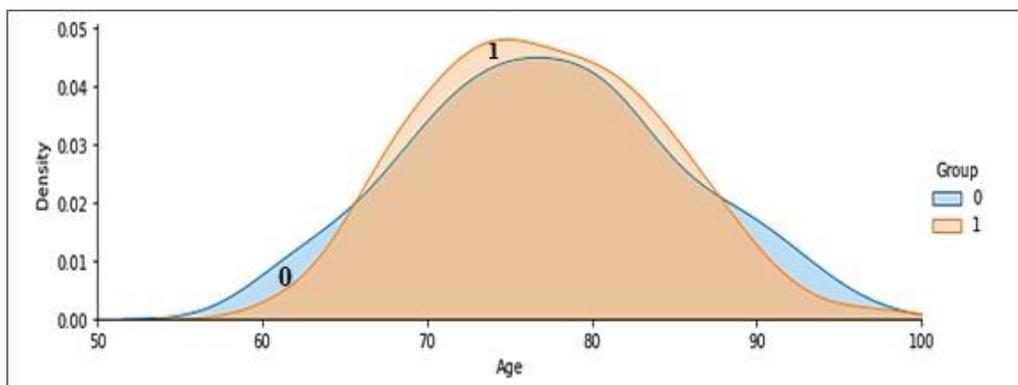


Рисунок 1. Визуализация данных в зависимости от возраста

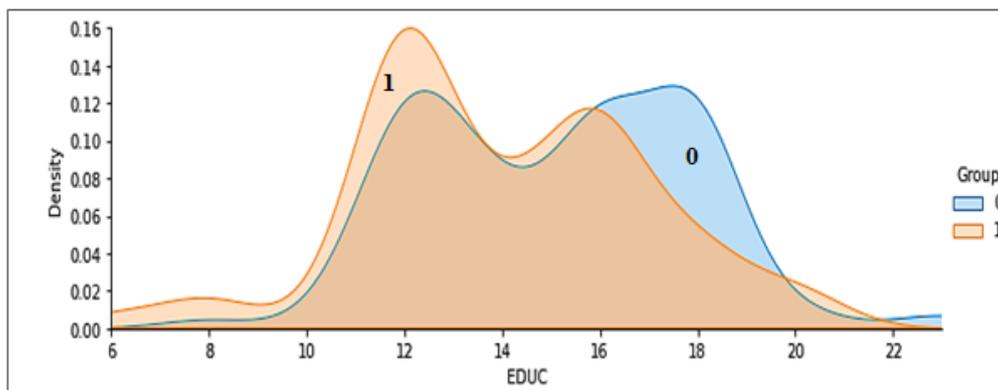


Рисунок 2. Визуализация данных по годам обучения

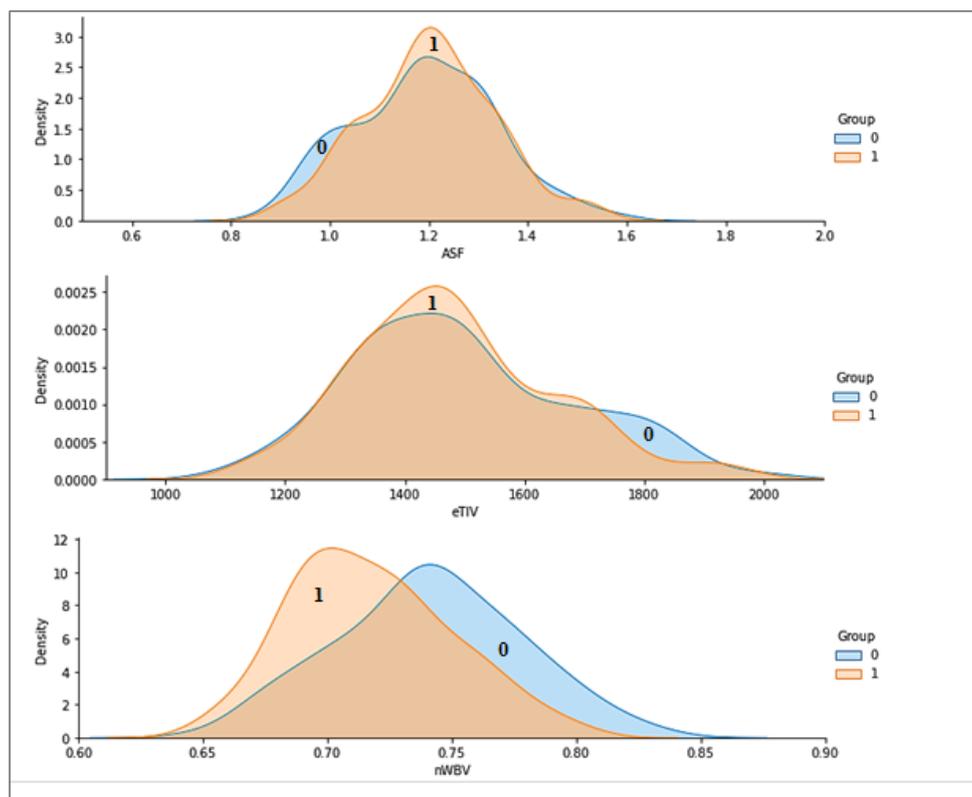


Рисунок 3. Визуализация данных ASF, eTIV и nWBV

Опираясь на данные результаты исследования визуализации можно сделать следующие выводы:

1. Группе пациентов с более высокой деменцией наблюдается в возрасте 70-80 лет.

2. Пациенты с деменцией были меньше образованны с точки зрения количества лет обучения.

3. Группа без деменции имеет большой объем мозга, чем группа с деменцией.

После визуализаций набора данных, можно перейти к машинному обучению.

Полученные результаты

Машинное обучение – это ветвь искусственного интеллекта, которая использует алгоритмы для изучения данных и прогнозирования будущих результатов. Используя алгоритмы машинного обучения для визуализированных данных, вы можете получить представление о закономерностях и тенденциях, которые в противном случае было бы трудно или невозможно выявить с помощью традиционных методов.

Существует три основных модели машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя и обучение с подкреплением. После

определения модели машинного обучения нужно выбрать алгоритмы для обучения набора данных. В данной работе набор данных обучается такими алгоритмами машинного обучения, как: Decision tree classifier (Дерво решений), Random forest classifier (Метод случайного леса), Support vector machine (Метод опорных векторов), KNeighborsClassifier (Метод k-ближайших соседей) [3-5]. У каждого алгоритма есть свои сильные и слабые стороны, когда речь идет об обучающих наборах данных, поэтому важно выбрать тот, который лучше всего соответствует потребностям.

После выбора подходящих алгоритмов машинного обучения, мы обучаем модель, используя данные МРТ. Параметры, определяющие производительность, включают точность моделей машинного обучения.

Таблица 2.

Показатели производительности для каждой модели

Модель	Точность
DecisionTreeClassifier()	0.919643
RandomForestClassifier()	0.946429
KNeighborsClassifier()	0.910714
svm.SVC()	0.678571

Как показано в (таблице 2), все алгоритмы показали хорошую

точность, однако алгоритм RandomForestClassifier превосходит остальные. Поэтому дальше мы будем разрабатывать модель искусственного интеллекта именно с этим алгоритмом.

Развертывание

Как только модель обучена и достигает удовлетворительной точности, мы можем приступить к ее развертыванию. Здесь нам поможет инструмент под названием Streamlit - открытая библиотека для создания пользовательских интерфейсов с минимальными усилиями, которая значительно упрощает процесс развертывания моделей машинного обучения и глубокого обучения.

Streamlit - это быстрый и простой в использовании фреймворк для создания интерактивных веб-приложений на языке Python. Он позволяет разработчикам данных быстро превратить свои скрипты Python в разнообразные интерфейсы, веб-приложения, прототипы машинного обучения и многое другое. Основная идея Streamlit заключается в том, чтобы упростить процесс развертывания моделей и обеспечить быстрый доступ к результатам работы алгоритмов и анализу данных [6].

Преимущества Streamlit для развертывания ИИ моделей:

1. Простота использования: Одним из основных преимуществ Streamlit является его простота. Для создания интерактивного веб-приложения с использованием Streamlit требуется всего несколько строк кода. Даже разработчики без опыта работы с веб-технологиями могут легко

создавать красивые и функциональные веб-интерфейсы для своих моделей.

2. Интеграция с Python и библиотеками машинного обучения: Streamlit хорошо интегрируется с экосистемой Python, что делает его идеальным выбором для разработчиков, которые уже знакомы с популярными библиотеками машинного обучения, такими как TensorFlow, PyTorch, scikit-learn и другими.

3. Быстрое развертывание: С Streamlit можно быстро превратить прототип модели в рабочее веб-приложение. Это экономит время разработчиков и позволит быстро продемонстрировать результаты заказчикам и пользователям.

4. Интерактивность и демонстрация результатов: Streamlit предоставляет возможность создавать интерактивные виджеты, такие как ползунки, выпадающие списки и кнопки, которые позволяют пользователям настраивать параметры модели и видеть результаты в режиме реального времени. Это особенно полезно для демонстрации возможностей модели и визуализации данных.

5. Гибкость и кастомизация: Несмотря на свою простоту, Streamlit предоставляет возможность кастомизации интерфейса и внешнего вида веб-приложения. Разработчики могут добавлять собственные CSS-стили и управлять расположением элементов на странице.

Первым шагом является установка Streamlit, выполнив команду `pip install streamlit` в вашей среде Python.

Затем мы создаем новый файл Python и импортируем необходимые библиотеки для создания веб-приложения. Мы загружаем нашу обученную модель в память и определяем функцию, которая принимает данные МРТ в

качестве входных данных и возвращает прогноз, указывает ли оно на болезнь Альцгеймера или нет.

Используя простой API Streamlit, мы можем создать интерфейс, в который медицинские работники смогут вводить данные МРТ и получать прогнозы в реальном времени.

Streamlit также предоставляет различные варианты настройки для улучшения внешнего вида нашего веб-приложения. Мы можем добавлять заголовки, описания и даже интерактивные визуализации, чтобы сделать их более привлекательными для пользователей.

Наконец, нам нужно развернуть наше приложение Streamlit на сервере или облачной платформе, чтобы медицинские работники могли получить к нему удаленный доступ. Такие

платформы, как Heroku или AWS Elastic Beanstalk, предоставляют простые варианты развертывания приложений Python.

Результаты и обсуждение

Использование фреймворка Streamlit позволило нам создать веб-приложение, к которому могут легко обращаться медицинские работники. Это позволяет им вводить данные о пациентах и получать прогнозы в реальном времени, облегчая раннее вмешательство и персонализированные планы лечения.

Развернутая модель ИИ имеет удобный интерфейс (рис.4), который позволяет медицинским работникам легко получать доступ к модели машинного обучения и взаимодействовать с ней.

Пол человека:

Мужчина

Женщина

Возраст в годах

Образование в годах

Расчетный общий внутричерепной объем (eTIV)

Нормализация всего объема мозга (nWBV)

Коэффициент масштабирования Атласа (ASF)

Клинический рейтинг деменции (CDR)

Predict

Деменция:

Рисунок 4. Веб-приложение для ранней диагностики болезни Альцгеймера

Результаты показывают, что развертывание модели машинного обучения для ранней диагностики болезни Альцгеймера с использованием Streamlit может обеспечить точные прогнозы на основе данных МРТ.

Развертывание такой модели также может снизить расходы на здравоохранение за счет

минимизации ненужных тестов и лечения. Выявляя лиц с высоким риском развития болезни Альцгеймера, можно более эффективно распределять ресурсы здравоохранения, гарантируя, что те, кто больше всего в них нуждается, получают надлежащую помощь.

Кроме того, развертывание модели ИИ открывает возможности для постоянных исследований и разработок. По мере сбора и анализа большего количества данных модель может постоянно улучшаться для повышения ее точности и эффективности.

Заключение

Развертывание модели машинного обучения для ранней диагностики болезни Альцгеймера с помощью Streamlit обещает изменить наш подход к этой болезни. Благодаря дальнейшему развитию технологий и постоянному сотрудничеству с медицинскими работниками мы можем добиться значительных успехов в повышении показателей раннего выявления и, в конечном итоге, в поиске лекарства от болезни Альцгеймера.

Наша работа демонстрирует успешное развертывание модели машинного обучения для ранней диагностики болезни Альцгеймера с использованием Streamlit. Модель достигла высокой точности и показала хорошую способность в различении пациентов с болезнью Альцгеймера и здоровых людей. Эта технология может помочь специалистам здравоохранения в своевременной диагностике и осуществлении соответствующих вмешательств для людей с риском развития болезни Альцгеймера.

Литература

- Хамидова Д.Н. Компьютерное моделирование методом молекулярной динамики амилоидных фибрилл и их разрушение дендримерами и дендриграфтами. Диссертация - ТНУ, 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tnu.tj/index.php/ru/hamidova-dilorom-nasrulloeva>. Яз. рус. (дата обращения 09.07.2023).
- Marcus DS, Fotenos AF, Csernansky JG, Morris JC, Buckner RL. Open Access Series of Imaging Studies (OASIS): Longitudinal MRI Data in Nondemented and Demented Older Adults // *Journal of cognitive neuroscience*. 2010;22(12):2677-2684. doi:10.1162/jocn.2009.21407
- Sivakani GA, Ansari R. Machine learning framework for implementing Alzheimer's disease // *Int Conferen Commun Signal Process*. (2020) 12:588–92. 10.1109/ICCSP48568.2020.9182220
- Kavitha C. Early-Stage Alzheimer's Disease Prediction Using Machine Learning Models [Electronic resource]-*Front Public Health*. – <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2022.853294/full> (дата обращения 10.07.2023).
- Gopi Battineni, Mohmmad Amran Hossain, Nalini Chintalapudi, Enea Traini, Venkata Rao Dhulipalla, Mariappan Ramasamy, Francesco Amenta Improved Alzheimer's Disease Detection by MRI Using Multimodal Machine Learning Algorithms // *Diagnostics (Basel)*. 2021; 11(11): 2103. Published online 2021 doi: 10.3390/diagnostics11112103
- Nate DiRenzo Deploying ML Models using Streamlit [Electronic resource] - *Towards Data Science* <https://towardsdatascience.com/deploying-ml-models-using-streamlit-5d6212453bdd> (дата обращения 10.07.2023).
- Khamidova D. N., Fatullaev E.I., Mikhtaniuk S.E., Neelov I.M. Interaction of dendrigraft of second generation with molecules of LVFFAE peptide // *Magnetic Resonance and its Applications Processing*. – 2019. – P. 185-187. – EDN YHYSAZ
- Khamidov D.N., Bezrodnyi V.V., Popova A.V., Mikhtaniuk S.E., Neelov I.M., Popova E.V. Molecular dynamics simulation of complexes of lysine dendrimer and dendrigraft with AENG // *International journal of biology and biomedical engineering*. – 2018. – P. 45-58. – ISSN: 1998-4510. – EDN CZKSIJ
- Neelov I., Khamidova D., Popova E., Komilov F. Computer simulation of interaction of lysine dendrimer with stack of amyloid peptides // *Proceedings – 2017 4th International conference on mathematics and computer science and in industry, MCSI 2017*. – 2018. – P. 183-188. – EDN YCLFCX
- Neelov I. M., Popova E., Khamidova D., Komilov F. Interaction of lysine dendrimers of 2nd and 3rd generation with stack of amyloid peptides. Molecular dynamics simulation // *International Journal of Biology and Biomedical Engineering*. – 2017. – Т. 11. – P. 95-100. – EDN XYEQVF
- Neelov I., Popova E., Khamidova D., Tarasenko I. Interaction of lysine dendrimers with therapeutic peptides. Molecular dynamics simulation // *International Journal of Biology and Biomedical Engineering*. – 2017. – Т. 11. – P. 194-203. – EDN XYFHDN
- Neelov I. M., Piyash M.Y., Khamidova D.N., Okrugin B.M. Computer simulation of lysine dendrimers and their interactions with amyloid peptides // *WSEAS Transaction on Biology and Biomedicine*. – 2015. – Т. 12. – P. 79-86. – EDN GJHKXO
- Neelov I. M., Khamidova D., Bezrodnyi V., Mikhtaniuk S. Molecular Dynamics Simulation of Interaction of Lysine Dendrigraft of 2nd Generation with Stack of Amyloid Peptides // *International journal of biology and biomedical engineering*. – 2019. – P. 26-31. – ISSN: 1998-4510. – EDN EPRTXL
- Хамидова Д. Н., Попова А.В., Безродный В.В., Михтанюк С.Е., Попова Е.В., Неелов И.М., Леермакерс Ф. Компьютерное моделирование взаимодействия лизинового дендримера и пептидов Эпиталон // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. – 2018. – Т. 18. – № 4. – С. 595-605. – DOI: 10.17586/2226-1494-2018-18-4-595-605. – EDN XTCEEH

Евразийский Союз Ученых.

Серия: технические и физико-математические науки

Ежемесячный научный журнал

№ 6 (109)/2023 Том 1

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Макаровский Денис Анатольевич

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Штерензон Вера Анатольевна

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

Синьковский Антон Владимирович

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

Штерензон Владимир Александрович

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

Зыков Сергей Арленович

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

Дронсейко Виталий Витальевич

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая, д. 44, к. 1, литера А
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»
Тираж 1000 экз.