

УДК 621,396

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (физико-математические науки, экономические науки)

ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ ВНЕДРЕНИЯ СЕТЕЙ 5G В РОССИИ

Крепышев Дмитрий Александрович
канд. экон. наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0003-1323-7747>

krepyshev.d@kubsau.ru

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Россия, Краснодар 350044, Калинина 13

Шарапатов Никита Андреевич
студент

neffshar@gmail.com

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Россия, Краснодар 350044, Калинина 13

Мобильная связь оказывает значительное влияние на экономику и общество на момент 2024 года. Во многом это связано с тем, что практически все процессы в современных сферах жизнедеятельности человека зависят относительно телекоммуникаций и связи. Соответственно встает вопрос о необходимости модернизации и повышения эффективности работы данных технологий. Основной целью представленной статьи является выполнение комплексного анализа относительно главных перспектив и вызовов интеграция сетей 5G в Российской Федерации. Автором комплексно рассматриваются вопросы, связанные с техническими аспектами работы данных сетей, а также основными проблемами и угрозами, которые препятствуют их повсеместному развитию и интеграции на территории нашей страны. В результате работы оцениваются статистические показатели на текущем этапе развития данных сетей. Выделяются ключевые проблемы и вызовы развития сетей 5G, а также формируются рекомендации и варианты решения определенных проблем. Особенностью работы является выполнение комплексной систематизации по ранее определенным аспектам развития 5G. Предполагается, что представленные результаты могут послужить основой для дальнейшего развития технологий 5G в России, определяя первостепенные задачи и проблемы, а также векторы их решения

Ключевые слова: СВЯЗЬ, МОБИЛЬНАЯ СВЯЗЬ, 4G, 5G, МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ, СТАНДАРТ, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-204-015>

UDC 621,396

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

PROSPECTS AND CHALLENGES OF IMPLEMENTING 5G NETWORKS IN RUSSIA

Krepyshev Dmitry Alexandrovich
Cand.Econ.Sci., Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0003-1323-7747>

krepyshev.d@kubsau.ru

"Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar 350044, Kalinina 13, Russia "

Sharapatov Nikita Andreyevich
student

neffshar@gmail.com

"Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar 350044, Kalinina 13, Russia "

Mobile communication has a significant impact on the economy and society at the time of 2024. This is largely because almost all processes in modern spheres of human activity depend on telecommunications and communications. Accordingly, the question arises of the need to modernize and improve the efficiency of these technologies. The main purpose of the presented article is to perform a comprehensive analysis of the main prospects and challenges of integrating 5G networks in the Russian Federation. The author comprehensively examines issues related to the technical aspects of the operation of these networks, as well as the main problems and threats that hinder their widespread development and integration in our country. Because of the work, statistical indicators evaluated at the current stage of development of these networks. The key problems and challenges of the development of 5G networks highlighted, as well as recommendations and solutions to certain problems formed. A feature of the work is the implementation of a comprehensive systematization of previously defined aspects of 5G development. It assumed that the presented results could serve as a basis for the further development of 5G technologies in Russia, defining the primary tasks and problems, as well as the vectors of their solution

Keywords: COMMUNICATIONS, MOBILE COMMUNICATIONS, 4G, 5G, MOBILE TECHNOLOGIES, DATA TRANSMISSION, STANDARD, TELECOMMUNICATIONS

таких городах, как Москва, Санкт-Петербург, Казань, Екатеринбург, Томск, Абакан и иных (рис. 2).



Рис. 2. Карта вышек 5G в России

Совокупность данных факторов свидетельствует о том, что в России на момент 2024 года развитие сетей 5G значительно отстает по сравнению с другими ведущими странами мира, что обусловлено рядом вызовов, угроз и проблем, требующих комплексного изучения и решения. Внедрение 5G сталкивается с инфраструктурными ограничениями, нехваткой инвестиций, а также регуляторными и технологическими барьерами. Дополнительные сложности создают вопросы безопасности и необходимости адаптации существующих сетей к новым стандартам. Недостаточное развитие связи 5G замедляет цифровую трансформацию различных отраслей экономики и снижает конкурентоспособность страны на глобальной арене, что делает изучение и преодоление этих проблем критически важными для России. Представленная статья призвана комплексно изучить основные проблемы, провести их систематизацию, а также представить возможные варианты решения, что позволит ускорить темпы внедрения сетей 5G в России.

Методы решения. Для решения поставленной проблемы автором применяются такие методы научного исследования, как анализ, синтез и обобщение. Источниками информации стали опубликованные материалы по теме исследования отечественных авторов. Автором данной статьи также использованы открытые статистические исследования. В рамках работы проводится комплексный анализ относительно основных вызовов и проблем развития и внедрения сетей 5G в России. Для этого анализируются текущие тенденции и результаты развития исходных вопросов на момент 2024 года. Автором анализируются материалы и выделяются основные закономерности, определяющие перспективы и вызовы развития сетей 5G в нашей стране.

Анализ достижений. На текущий момент времени вопросам, связанным с развитием сетей связи 5G, посвящено множество как отечественных, так и зарубежных исследований. В рамках исходной темы статьи, связанной с развитием данных сетей в Российской Федерации, особенный интерес относится к использованию именно отечественных исследований. Так, в работе М.Д. Пылаева рассматривается вопрос, связанный с перспективами развития сетей 5G в России [1]. Автором отмечаются некоторые из причин медленных темпов развития данных сетей, которые во многом связаны с недостаточным уровнем инвестиций. Авторами Е.А. Пиликина, К.В. Белоус, М.В. Державин рассматривается вопрос о проблеме наличия свободных частот на территории Российской Федерации [2]. Именно это по мнению авторов становится основной причиной замедленных темпов развития сетей 5G в России. В других исследованиях К.Ю. Архипова, Д.С. Крышковой, Т.А. Суходольской, В.Д [3-6]. Андрианова также поднимаются схожие вопросы, результаты анализа которых подтверждают низкие темпы и неудовлетворительные перспективы развития сетей 5G в России.

Анализ источников показывает, что в каждом из них поднимаются отдельные вопросы о проблемах и вызовах развития сетей 5G. Ключевым недостатком является отсутствие комплексного подхода к анализу и формированию возможных рекомендаций и решений этих проблем. В рамках текущего исследования планируется закрыть существующие пробелы по исходной теме исследования за счет формирования исчерпывающего аппарата ключевых вызовов и проблем, а также вариантов их решения относительно темы развития сетей 5G в нашей стране. Предполагается, что использование полученных материалов может быть основой для формирования дальнейших путей развития и решения проблем, связанных с использованием сетей 5G в России.

Результаты и обсуждения. Развитие сетей 5G в России на сегодняшний день характеризуется активной подготовкой и частичным внедрением технологий пятого поколения. Основные операторы связи, такие как МТС, МегаФон, ВымпелКом (Билайн) и Tele2, активно работают над развёртыванием инфраструктуры 5G, проводя тестирования и пилотные проекты в крупных городах. Эти тестирования показывают высокую скорость передачи данных и минимальную задержку, что является основными преимуществами 5G по сравнению с предыдущими поколениями мобильной связи [7]. Однако, несмотря на эти успехи, существуют значительные вызовы, которые замедляют массовое внедрение 5G в России. Одной из ключевых проблем является дефицит частотного спектра, который необходим для полноценного функционирования сетей пятого поколения. Российское правительство и регулирующие органы активно работают над распределением частот и поиском решений для их оптимального использования. Также стоит отметить, что развитие 5G требует значительных инвестиций в

инфраструктуру, что может стать препятствием для быстрого распространения технологии в регионах с низкой плотностью населения.

Другой важной составляющей является безопасность и защита данных в сетях 5G. Вопросы кибербезопасности приобретают всё большее значение, поскольку с развитием технологий увеличивается и количество возможных угроз. В России предпринимаются меры по созданию и внедрению стандартов безопасности, которые должны защитить пользователей от потенциальных рисков. В целом, несмотря на существующие трудности, Россия активно движется в сторону внедрения сетей 5G, понимая их стратегическое значение для цифровой трансформации экономики и повышения конкурентоспособности страны на международной арене [8]. В ближайшие годы можно ожидать дальнейшего расширения покрытия 5G и появления новых сервисов, которые станут возможны благодаря этой технологии. При этом наибольший эффект реализации программ будет наблюдаться только в результате детальной проработки проблем и формирования рекомендаций.

Повсеместное развитие сетей 5G в России сталкивается с рядом значительных препятствий. Одной из главных проблем является ограниченность доступного частотного спектра. Для полноценного функционирования сетей 5G требуется широкий диапазон частот, однако многие из них уже заняты или предназначены для использования другими службами, такими как военные и радиорелейные линии [9]. Это приводит к необходимости сложных переговоров и перераспределения частот, что требует времени и согласования между различными ведомствами.

Экономические барьеры также играют существенную роль. Развитие инфраструктуры 5G требует значительных финансовых вложений как от операторов связи, так и от государства. Необходимость строительства новых базовых станций, модернизации существующих сетей и закупки дорогостоящего оборудования создает дополнительную нагрузку на

бюджеты компаний и правительственные программы [10]. В условиях экономической неопределенности и санкционного давления доступ к иностранным технологиям и компонентам может быть ограничен, что усложняет реализацию проектов.

Технологические и регуляторные аспекты также влияют на темпы развития 5G в России. Стандарты и протоколы безопасности, которые должны обеспечивать защиту данных и кибербезопасность сетей пятого поколения, находятся в стадии разработки и тестирования. Это требует времени и ресурсов на их внедрение и адаптацию. Дополнительно, существуют вопросы, связанные с сертификацией оборудования и соблюдением международных стандартов, что также может затянуть процесс развертывания сетей.

Социальные и инфраструктурные проблемы не менее важны. В России существует значительное различие в уровнях развития регионов, что приводит к дисбалансу в доступе к новым технологиям. В крупных городах, таких как Москва и Санкт-Петербург, развитие сетей 5G идет более быстрыми темпами, тогда как в отдаленных и сельских районах этот процесс значительно замедлен. Это связано с меньшей плотностью населения и, как следствие, с меньшей экономической целесообразностью инвестиций в такие регионы.

Исследование и решение проблем, препятствующих развитию сетей 5G в России, важно для ускорения цифровой трансформации экономики, повышения конкурентоспособности страны на международной арене, уменьшения цифрового разрыва между регионами и обеспечения кибербезопасности. Эти меры способствуют внедрению передовых технологий, улучшению качества жизни населения, развитию высокотехнологичных отраслей и привлечению инвестиций. Создание надежной и защищенной инфраструктуры 5G открывает широкие возможности для инноваций и устойчивого экономического роста, что

требует координированных усилий государства, бизнеса и научного сообщества. Первым этапом на пути решения данных вопросов является формирование перечня основных вызовов и проблем, препятствующих повсеместному внедрению сетей 5G в России.

В табл. 1 представлены результаты систематизации основных проблем в рамках рассматриваемой темы. Источниками послужили открытые данные последних исследований. При этом автором выполнена работа по их систематизации и выделению наиболее важных аспектов и проблем внедрения данных сетей в нашей стране.

Табл. 1. Проблемы и вызовы внедрения сетей 5G в России

№	Проблема	Состав
1	Дефицит частотного спектра	Ограниченность доступных частот для полноценного функционирования сетей 5G из-за занятости спектра другими службами, такими как военные и радиорелейные линии
2	Экономические барьеры	Высокие затраты на строительство новой инфраструктуры, модернизацию существующих сетей и закупку дорогостоящего оборудования, что создает финансовую нагрузку на операторов связи и государство
3	Технологические и регуляторные сложности	Необходимость разработки и внедрения стандартов безопасности, сертификации оборудования и соблюдения международных стандартов, что требует значительных ресурсов и времен
4	Развитие регионов	Значительное различие в уровнях развития инфраструктуры между крупными городами и отдаленными или сельскими регионами, что замедляет повсеместное внедрение технологий 5G
5	Кибербезопасность	Вопросы защиты данных и предотвращения киберугроз, которые требуют создания надежных систем безопасности и протоколов
6	Международные санкции и доступ к технологиям	Ограничения на импорт технологий и компонентов из-за санкционного давления, что усложняет реализацию проектов и доступ к современным решениям
7	Инфраструктура	Необходимость строительства новой инфраструктуры, включая базовые станции и антенны, для обеспечения покрытия 5G. Текущая инфраструктура 4G не всегда подходит для модернизации до стандартов 5G
8	Интерференция и совместимость	Сети 5G должны функционировать в условиях, где уже работают другие беспроводные системы, что может привести к интерференции. Совместимость нового оборудования с существующими системами тоже вызывает технические сложности

Как видно из табл. 1, на момент 2024 года существует целое множество разносторонних проблем, препятствующих повсеместному развитию и внедрению сетей 5G на территории России. Важно подчеркнуть, что некоторые из данных проблем взаимосвязаны, что подтверждает необходимость комплексного подхода к их решению. На рис. 3 представлены авторские варианты рекомендаций и вариантов решения ключевых проблем внедрения сетей 5G в России.

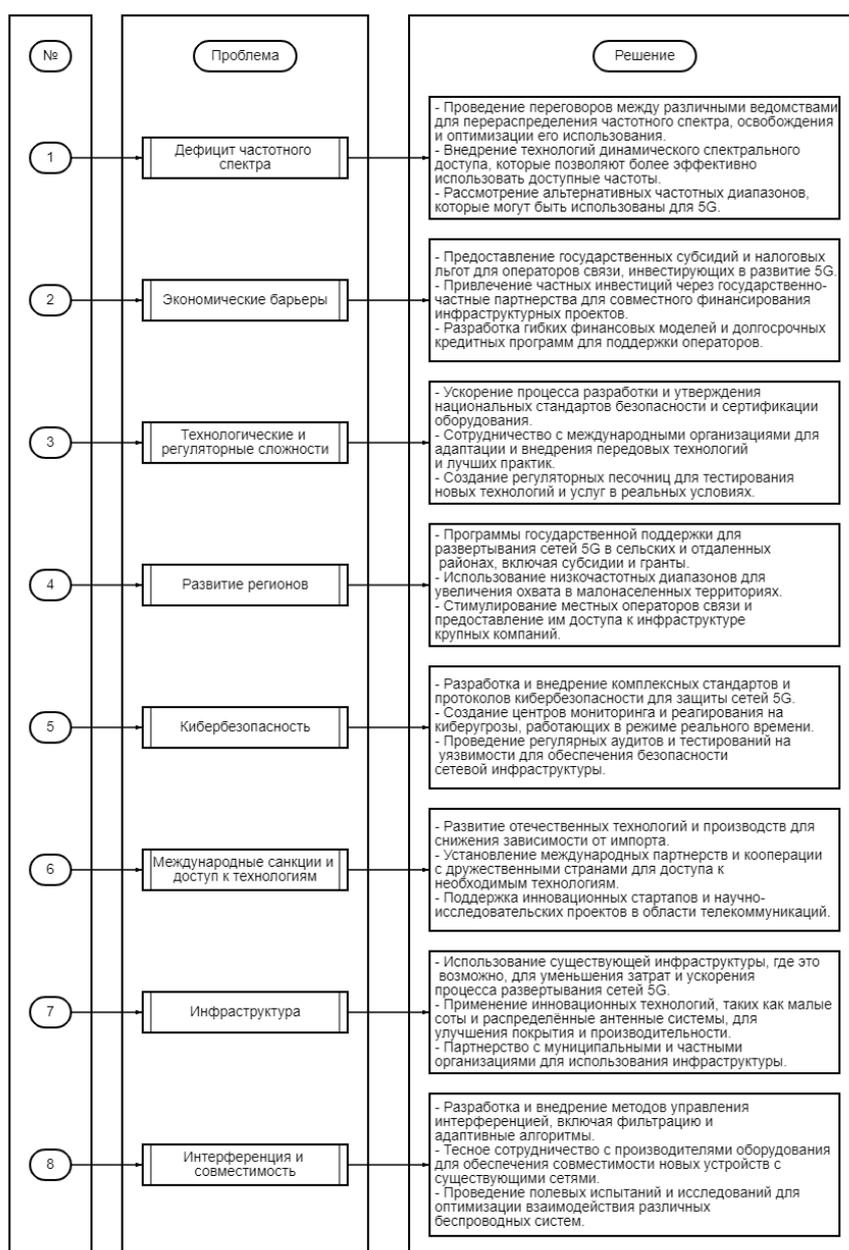


Рис. 3. Варианты решения проблем внедрения сетей 5G в России

Важно отметить, что некоторые из перечисленных проблем и решений взаимосвязаны, что требует комплексного подхода к их решению. Например, дефицит частотного спектра и интерференция требуют, как регуляторных, так и технологических решений, таких как оптимизация использования частот и внедрение технологий динамического спектрального доступа. Экономические барьеры и развитие регионов также связаны: государственные субсидии и частные инвестиции могут помочь преодолеть финансовые трудности и стимулировать развертывание сетей 5G в отдалённых районах. Кибербезопасность, технологические и регуляторные сложности требуют скоординированных усилий для разработки и внедрения стандартов безопасности, а также адаптации международных лучших практик. В условиях международных санкций и ограниченного доступа к технологиям важно развивать отечественные решения и устанавливать партнерства с дружественными странами, что также способствует преодолению экономических барьеров. Инфраструктурные проблемы и необходимость управления интерференцией требуют инновационных подходов к использованию существующих ресурсов и внедрению новых технологий. В итоге, для успешного развития и внедрения сетей 5G в России необходимо комплексное и интегрированное решение этих взаимосвязанных проблем, которое обеспечит устойчивое и эффективное развертывание новых технологий по всей стране.

Перспективы развития сетей 5G в России значительно улучшатся при успешном решении текущих проблем. Оптимизация использования частотного спектра, преодоление экономических барьеров через государственную поддержку и частные инвестиции, а также развитие инфраструктуры в отдаленных регионах способствуют более быстрому и равномерному развертыванию новых сетей. Укрепление кибербезопасности и разрешение технологических и регуляторных

сложностей также обеспечивают надежность и защиту данных, что стимулирует инновационные проекты и привлекает инвестиции. В конечном итоге, успешное внедрение 5G в России не только усилит конкурентоспособность страны на мировой арене, но и существенно повысит качество жизни граждан, открывая новые возможности для цифрового развития экономики и общества в целом. Экспертами отмечается, что в 2025 году в России будет серийное производство базовых станций 5G, а с 2026 года начнется их активная интеграция в мегаполисах. Однако такие перспективы будут возможны только при оперативном решении представленных проблем на основе разработанных вариантов их реализации.

Заключение. Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно перспектив и преград развития и внедрения сетей 5G на территории Российской Федерации. Автором определено, что развитие сетей 5G в России стоит на стыке технологических инноваций, экономических вызовов и регуляторных препятствий. Преодоление этих барьеров требует комплексного подхода и скоординированных действий со стороны государства, бизнеса и научного сообщества. Одним из ключевых аспектов является обеспечение доступа к достаточному количеству частотного спектра, что критически важно для обеспечения высокой производительности и надежности сетей 5G. Экономические аспекты играют значительную роль в успешном внедрении 5G. Разработка финансовых механизмов, способных обеспечить инвестиции в новые технологии, а также поддержка местных и международных инвесторов, помогут преодолеть финансовые барьеры. Это включает в себя как государственные субсидии и налоговые льготы, так и установление партнерских отношений с частными компаниями для совместного развития инфраструктуры.

Технологическая и кибербезопасностные аспекты также требуют особого внимания. Совершенствование стандартов безопасности и защиты данных, разработка новых технологий для улучшения производительности и устойчивости сетей, а также обеспечение совместимости с существующими инфраструктурами - ключевые задачи для успешного развития 5G в России. Учитывая глобальный характер развития технологий 5G, важно также учитывать международные аспекты, включая сотрудничество с другими странами, обмен опытом и технологиями, а также устранение барьеров, созданных международными санкциями. Все эти факторы в совокупности определяют перспективы и потенциал России в области 5G, влияя на ее будущее технологическое лидерство и экономическое развитие. Представленные материалы могут послужить основой в формировании вектора развития сетей 5G в нашей стране.

Список литературы

1. Пылаев М.Д. Перспективы развития 5G в России // Современные инновации. 2020. №1 (35). С. 18-20.
2. Пиликина Е.А., Белоус К.В., Державин М.В. Перспективы и пути развития 5G в России // StudNet. 2020. №10. С. 81-92.
3. Архипов К.Ю., Крышкова Д.С. Перспективы и проблемы перехода на 5G в различных сегментах экономики и промышленности // Евразийский Союз Ученых. 2021. №3-8 (84). С. 28-30.
4. Суходольская Т.А. Перспективы сценариев развития инфокоммуникационной инфраструктуры и областей использования 5G/ИМТ-2020 // Экономика и качество систем связи. 2021. №1 (19). С. 20-28.
5. Нарзуллаев У.Х., Рустамов Т.Р. Развитие мобильных технологий от 4G к 5G // Universum: технические науки. 2023. №9-2 (114). С. 55-58.
6. Андрианов В.Д. Сотовая связь пятого поколения (g 5): мировые тренды и проблемы внедрения в России // Россия: тенденции и перспективы развития. 2021. №16-2. С. 268-275.
7. Болотова А. И., Багаева А. П. Появление 5G // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2019. №1. С. 312-314.
8. Никитина В.Н., Калинина Н.И., Ляшко Г.Г., Дубровская Е.Н., Плеханов В.П. Особенности архитектуры сетей 5G. вероятностное прогнозирование воздействия электромагнитных полей радиочастот на население (обзор литературы) // Гигиена и санитария. 2021. №8. С. 792-796.
9. Алферов С.Ю. 5G: Характеристика, области применения, угрозы национальной безопасности // Государственная служба. 2020. №5 (127). С. 56-61.
10. Ермошин Р.В. Перспективы развития 5G сети сотовой связи // Экономика и социум. 2018. №7 (50). С. 326-328.

References

1. Pylaev M.D. Perspektivy razvitiya 5G v Rossii // *Sovremennye innovacii*. 2020. №1 (35). S. 18-20.
2. Pilikina E.A., Belous K.V., Derzhavin M.V. Perspektivy i puti razvitiya 5G v Rossii // *StudNet*. 2020. №10. S. 81-92.
3. Arhipov K.YU., Kryshkova D.S. Perspektivy i problemy perekhoda na 5g v razlichnyh segmentah ekonomiki i promyshlennosti // *Evrazijskij Soyuz Uchenyh*. 2021. №3-8 (84). S. 28-30.
4. Suhodol'skaya T.A. Perspektivy scenarijev razvitiya infokommunikacionnoj infrastruktury i oblastej ispol'zovaniya 5G/IMT-2020 // *Ekonomika i kachestvo sistem svyazi*. 2021. №1 (19). S. 20-28.
5. Narzullaev U.H., Rustamov T.R. Razvitie mobil'nyh tekhnologij ot 4G k 5G // *Universum: tekhnicheskie nauki*. 2023. №9-2 (114). S. 55-58.
6. Andrianov V.D. Sotovaya svyaz' pyatogo pokoleniya (g 5): mirovye trendy i problemy vnedreniya v Rossii // *Rossiya: tendencii i perspektivy razvitiya*. 2021. №16-2. S. 268-275.
7. Bolotova A. I., Bagaeva A. P. Poyavlenie 5G // *Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavтики*. 2019. №1. S. 312-314.
8. Nikitina V.N., Kalinina N.I., Lyashko G.G., Dubrovskaya E.N., Plekhanov V.P. Osobennosti arhitektury setej 5G. Veroyatnostnoe prognozirovanie vozdeystviya elektromagnitnyh polej radiochastot na naselenie (obzor literatury) // *Gigiena i sanitariya*. 2021. №8. S. 792-796.
9. Alferov S.YU. 5G: Harakteristika, oblasti primeneniya, ugrozy nacional'noj bezopasnosti // *Gosudarstvennaya sluzhba*. 2020. №5 (127). S. 56-61.
10. Ermoshin R.V. Perspektivy razvitiya 5G seti sotovoj svyazi // *Ekonomika i socium*. 2018. №7 (50). S. 326-328.