

УДК 656-256.3

Т.В. Кондратюк, М.В. Копанев, О.И. Мониц

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская федерация

О ВНЕДРЕНИИ НОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ СТРЕЛОЧНЫХ ГОРОЧНЫХ ПРИВODOB

Аннотация. В данной статье представлен обзор двух видов электродвигателей стрелочных приводов: электродвигатель постоянного тока типа МСП-0,25 и стрелочный электродвигатель ЭМСУ, работающий как от постоянного, так и от переменного тока. Приведены недостатки щеточных электродвигателей и их отличия от электродвигателей, не имеющих коллекторного узла.

Ключевые слова: электродвигатель, стрелочный электропривод, щеточно-коллекторный узел, постоянный и переменный токи, ротор.

T.V. Kondratyuk, M.V. Kopanev, O.I. Monid

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

ON THE INTRODUCTION OF NEW ELECTRIC MOTORS FOR SWITCH HUMP DRIVES

Abstract. This article discusses two types of electric motors, a DC switch motor type SME-0.25 and an EMSU switch electric motor powered by both DC and AC. The disadvantages of brush electric motors and their differences from those that do not have a collector unit are presented.

Keywords: electric motor, switch electric drive, brush collector unit, DC and AC, rotor.

Введение

Электроприводы начали активно применяться в железнодорожной автоматике и телемеханике в качестве основного базового средства для механизации большинства производственных процессов. Огромное разнообразие стрелочных электроприводов можно объяснить многообразием систем СЦБ, различными эксплуатационно-техническими требованиями, уровнем технологии и элементной базы. Невзирая на большое разнообразие конструкций стрелочных приводов, мировая практика отдает предпочтение электроприводам, но, хочется отметить, что до сих пор есть потребность в создании быстродействующего стрелочного электропривода, который будет отвечать в полной мере современным требованиям надежности и безопасности движения поездов [2].

На современных автоматизированных сортировочных горках ввели в эксплуатацию такую модель электропривода, как СПГБ-4М, который является электромеханическим электроприводом, с внутренним запирающим, быстродействующим, неврезным, бесконтактным. Бесконтактные электроприводы СПГБ-4М имеют отличие от контактных СПГ-3 в конструкции автопереключателя, где вместо контактной системы предусмотрены бесконтактные датчики. Бесконтактные электроприводы были выпущены в двух вариантах: типа СПГБ-4 на базе электропривода СП-3; типа СПГБ-4М на базе электропривода СП-6 [3].

Одним из главных преимуществ электроприводов СПГБ-4М на горках является высокое быстродействие, которое достигается сочетанием максимального управляющего воздействия по напряжению с уменьшенным передаточным числом редуктора до 35,7 благодаря изменению числа зубьев шестерен в первом каскаде редуктора [4].

Электроприводы выпускаются в разных вариантах исполнения в зависимости от типа электродвигателя и разновидности сборки: с выходом шибера справа или слева исходя из заказа. До недавнего времени в применении были бесконтактные электроприводы с электродвигателями типа МСП-0,25 напряжением 100 В постоянного тока, которые должны рабо-

тать с допустимым повышением напряжения на зажимах в пределах 200-220 В.А сейчас набирает популярность электродвигатель промышленный ЭМСУ, который оснащён микропроцессорной системой управления и может работать как от постоянного, так и от переменного токов.

За последние сто лет появилось большое разнообразие электродвигателей, которые можно использовать в разных отраслях. Теперь появилась необходимость обратить внимание на такие электродвигатели, которые получили распространение в стрелочных электроприводах на сортировочных горках, и провести их сравнительный обзор.

Обзор электродвигателей стрелочных горочных приводов

Важнейшую составляющую всех модернизаций железнодорожного оснащения представляет собой электродвигатель МСП-0,25. Стрелочный электродвигатель постоянного тока типа МСП-0,25 является двухполюсным, реверсивным электродвигателем с горизонтальным валом на подшипниках. Мощность такого электродвигателя составляет 0,25 кВт. Характеристики электродвигателей типа МСП довольно подробно исследованы с использованием математических моделей [11, 12]. Но железнодорожный транспорт стремительно развивается, увеличивается масса поездов и вырастает скорость их движения, что привело к удлинению станционных путей, а также к необходимости укладки тяжелых типов рельсов, в том числе и в местах стрелок. Потребовалось применение более мощных электродвигателей стрелочных приводов из-за возросших тяговых усилий на перевод остяков, что является следствием увеличения рабочего тока и надобностью иметь во всех проводах линейной цепи по две, три и более жил кабеля. Такие показатели как: улучшение условий энергоснабжения, несовершенство двухпроводной схемы управления стрелкой с двигателями постоянного тока, современные технологии и методы обслуживания, положительный опыт эксплуатации приводов с двигателями переменного тока, особенно в суровых климатических условиях, позволили рекомендовать их к широкому внедрению на всей сети Российских железных дорог [1, 6-7, 14].



Рис. 1. Электродвигатель МСП-0,25

Если говорить про обслуживание двигателей, можно отметить, что щеточные электродвигатели требуют квалифицированной эксплуатации. К выгоранию щеток может привести прохождение определенной плотности тока. Щетки могут слетать с коллектора при избыточной скорости. Чтобы использовать щеточные двигатели на высоте может возникать потребность в специальном обслуживании.

Размер двигателя увеличивается из-за необходимости в коллекторе и щетках. Двигатели должны располагаться в доступном месте, так как для щеток требуется регулярное обслуживание. Щеточные двигатели могут рассеивать тепло только через воздушный зазор, поскольку ротор с обмотками находится внутри (статора), поэтому задача теплообмена усложняется. Снижение эффективности щеточных двигателей возникает из-за падения напряжения на щетках, а также из-за трения щеток о контакты коллектора. Такое трение создает слышимый шум и приводит к уменьшению крутящего момента на высоких скоростях. Кроме вышеперечисленных недостатков, стоит еще отметить, трение щеток о коллектор может вызвать появление дуги и увеличение электромагнитных помех (ЕМИ); а в худшем случае, могут генерироваться искры, что делает щеточные электродвигатели постоянного тока непригодными для использования во взрывоопасных средах [1, 7, 13].

Стрелочный электродвигатель ЭМСУ разрабатывается на базе вентильно-индукторного двигателя и имеет преимущества по сравнению с электродвигателями постоянного тока с последовательным возбуждением, которые применяются в стрелочных приводах. Прежде всего, в этих электродвигателях отсутствует такой сложный и малонадежный узел, как коллектор, это значительно уменьшает эксплуатационные расходы, связанные с текущим обслуживанием и ремонтом, а также исключает возможность получения ложного контроля положения стрелки за счет выпрямительного эффекта дуги при искрении коллектора.

Стоит отметить, что коллекторные двигатели были изобретены более 170 лет назад. По энергоэкономичности и управляемости они считаются предпочтительными, в особенности, для электроприводов с регулированием скорости или положения. Одним из основных недостатков является ненадежный и быстро изнашивающийся щеточно-коллекторный узел, в стрелочных электроприводах он может вызывать ложный контроль положения остряков, нередко он создает искрение и, как следствие, электромагнитные помехи. Спустя 50 лет, исключили такой недостаток и как альтернатива коллекторному двигателю, был изобретен асинхронный двигатель переменного тока, по сути бесконтактный, но по энергетической эффективности и управляемости он оказался значительно ниже. Общим недостатком коллекторных и асинхронных двигателей стандартной конструкции является то, что основная доля тепла в них выделяется в роторе, откуда, весьма затруднен теплоотвод. Это существенно снижает срок службы, надежность и увеличивает габариты этих двигателей [1, 10].

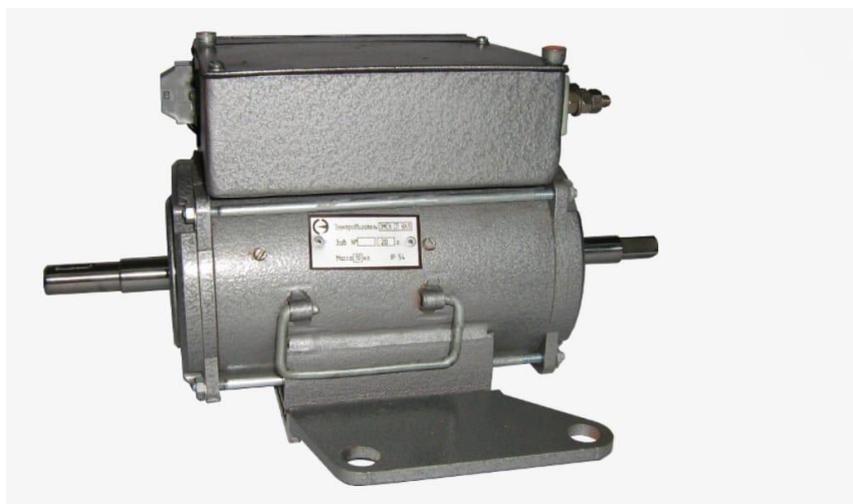


Рис. 2. Электродвигатель ЭМСУ-СПГ

Стрелочный электродвигатель ЭМСУ, выполнен на электронном управлении и работает как от постоянного, так и от переменного тока, он имеет возможность заменить практически все типы стрелочных электродвигателей, которые были выпущены ранее. В сравнении с двигателями постоянного тока двигатели переменного тока могут обслуживаться гораздо реже, потому что их межремонтный срок службы в 3–4 раза больше. Этот двигатель является универсальным, благодаря использованию электронной платы, он может быть запрограмми-

рован как на разное число оборотов, так и на разный вид напряжения. Но несмотря на такие условия сама механика для всех типов двигателей остается единой [9].

Стрелочный двигатель ЭМСУ оснащён микропроцессорной системой управления, позволяющей ему быть универсальным по питающему напряжению и частоте вращения ротора. В зависимости от типа стрелочного перевода настройка номинальной частоты вращения ротора может производиться как на заводе-изготовителе, так и в условиях эксплуатации от переносного пульта или ноутбука. Работа ЭМСУ в стрелочных переводах осуществляется от серийных схем управления ЭЦ, не требует перерасчёта кабельных сетей. ЭМСУ важен для скоростных поездов. Он имеет стабильную скорость вращения и стабильное потребление тока, легко перепрограммируется. Система управления двигателем предусматривает возможность обеспечения синхронной работы двух и более электроприводов, что делает его перспективным для применения в стрелочных переводах скоростных дорог [5, 8-9].

Двигатели ЭМСУ компактнее, чем коллекторные двигатели, так как в них не применяются такие элементы как щетки и коллекторы. Они являются высокопроизводительными в одном типоразмере. Снижение в необходимости обслуживания, вызванное отсутствием щеток, так же позволяет ротору вращаться на более высоких скоростях. Выравнивание кривой скорость/крутящий момент, устраняет вероятность искрения и снижает электромагнитные помехи (EMI), благодаря отсутствию трения. Теплогенерирующие обмотки перемещены наружу, что упрощает теплоотвод. Эффективность ЭМСУ двигателей также повышается за счет отсутствия падения напряжения на щетках. Если смотреть с другой стороны, то можно сказать, что двигатели ЭМСУ сложнее, чем их коллекторные аналоги. Их стоимость значительно возрастает из-за использования встроенной электроники. [5, 8]

Таблица 1. Технические характеристики электродвигателей при номинальном напряжении 160В

Тип двигателя	Скорость вращения, об/мин	Потребляемый ток, А, не более	КПД, не менее	Вращающий момент на валу, Нм
МСП-0,25	1700±15%	2,5±10%	0,59	1,47 (0,15)
ЭМСУ-СПГ	1000	3,8	0,75	3,43±5%

Заключение

Проведенный выше обзор показывает, что применение электродвигателей постоянного и переменного тока имеет как преимущества, так и недостатки. Нужный тип двигателя определяется теми требованиями, которые к нему предъявляются. Если разработанный проект имеет какие-либо ограничения по сметной стоимости, а также предъявляются умеренные требования к характеристикам двигателя, то может быть реализован вариант с использованием коллекторного двигателя постоянного тока. А если же для реализации проекта намного важнее производительность и рабочий цикл, то такой двигатель как ЭМСУ может быть лучшей альтернативой. Производитель выпускаемого оборудования и организации, которые будут его использовать, должны учитывать не только возможности двигателя, но и способности персонала, а также его навыки по установке и обслуживанию внедряемого оборудования. Надежное техническое решение может быть одобрено, если выбор оборудования обоснован технически правильно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матвеева О.Л., Селиверов Д.И. Современные электродвигатели для стрелочных приводов. // Актуальные вопросы технических наук: материалы II Международной научной конференции. – Пермь: Меркурий, 2013. – С.102-104. – URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/73/3219/> (дата обращения: 26.10.2020).
2. Шуваев В.В. Методы построения быстродействующих стрелочных электроприводов. // Москва, 2003. – URL: <http://tekhnosfera.com/metody-postroeniya-bystrodeystvuyuschih-strelochnyh-elektroprivodov#ixzz6bxhm0mMu> (дата обращения: 26.10.2020).
3. Сташков А.С., Селиверов Д.И. Развитие электроприводостроения для железнодорожных стрелочных переводов // Технические науки: традиции и инновации: материалы I

- Международной научной конференции. – Челябинск: Два комсомольца, 2012. – С.73-76. - URL: <https://moluch.ru/conf/tech/arhive/6/1465/> (дата обращения: 28.10.2020)
4. Электроприводы типов СПГБ-4, СПГБ-4М и СПГБ-4Б. // Электровозы ВЛ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.poezdvl.com/vychislitelnaia-tehnika-na-zhd-rf/elektroprivody-tipov-spgb-4-spgb-4m-i-spgb-4b.html> (дата обращения: 1.11.2020)
 5. Дорохин Б.П., Сердюк Т.Н. Внедрение новых типов двигателей стрелочных электроприводов. // Днепропетровск, 2013. – С. 72-77. (дата обращения: 1.11.2020)
 6. Левкин Д. Электродвигатели. // Инженерные решения. [Электронный ресурс]. URL: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor.html> (дата обращения: 1.11.2020)
 7. Электродвигатель стрелочный постоянного тока типа МСП-0,25. // Электровозы ВЛ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.poezdvl.com/vychislitelnaia-tehnika-na-zhd-rf/elektrodvigatel-strelochnyi-postoyannogo-toka-tipa-msp-025.html> (дата обращения: 2.11.2020)
 8. Электродвигатель малогабаритный стрелочный универсальный (ЭМСУ). ТУ32 ЦШ 162.22–2009 // [Электронный ресурс]. URL: <http://geksar.ru/> (дата обращения: 2.11.2020)
 9. Электродвигатель малогабаритный стрелочный универсальный (ЭМСУ). // Микрон. // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mikronom.ru/katalog/privodnaia-tehnika/elektrodvigateli/elektrodvigatel-malogabaritnyi-strelochnyi-universalnyi-emsu.html> (дата обращение: 2.11.2020)
 10. Кучера Л.Я., Копанев М.В., Федорова Н.В. Моделирование показателей надежности технических систем // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. - Иркутск, 2010. – Т.26, №2, С.204-208.
 11. Копанев М.В., Кучера Л.Я. Математическая модель формирования надежности стрелочного электропривода // Транспортная инфраструктура Сибирского региона: сборник статей всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск, 2016. – Т. 1, С. 244-249.
 12. Копанев М.В., Кучера Л.Я. Моделирование стрелочного электропривода в среде MATLAB // Транспортная инфраструктура Сибирского региона: сборник статей всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск, 2016. – Т. 1, С. 249-253.
 13. Копанев М.В., Кучера Л.Я. Выявление причин отказов стрелочных электроприводов с использованием экспертной системы // Транссиб: на острие реформ: материалы международной научно-практической конференции. – Чита, 2016. – С. 230-234.
 14. Pultyakov A.V., Arsentiev O.V., Kopanев M.V., Alexeenko V.A., Arsentiev G.O., Shtykin E.S. Study of the operation of high-frequency electrical plants of railway consumers // Proceedings of the International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region (SibTrans-2019) 2020, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, vol. 760 (2020). doi.org/10.1088/1757-899X/760/1/012028

REFERENCES

1. Matveeva O.L., Seliverov D.I.. Sovremennyye elektrodvigateli dlya strelochnykh privodov [Modern electric motors for switch drives]. // *Aktual'nyye voprosy tekhnicheskikh nauk: materialy II Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. [Topical issues of technical sciences: materials of the II International Scientific Conference].* - Perm: Mercury, 2013.– P.102-104.– URL: <https://moluch.ru/conf/tech/arhive/73/3219/> (accessed: 26.10.2012).
2. Shuvaev V.V. Metody postroyeniya bystrodeystvuyushchikh strelochnykh elektroprivodov [Methods of building high-speed switch electric drives]. // Moscow, 2003. - URL: <http://tekhnosfera.com/metody-postroyeniya-bystrodeystv..> (accessed: 26.10.2020).
3. Stashkov A.S., Seliverov D.I. Razvitiye elektroprivodostroyeniya dlya zheleznodorozhnykh strelochnykh peregodov [Development of electric drive engineering for railway switches] // *Tekhnicheskkiye nauki: traditsii i innovatsii: materialy I Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Technical Sciences: Traditions and Innovations: Proceedings of the I International Scientific Con-*

- ference]. - Chelyabinsk: Two Komsomol members, 2012. - P.73-76. - URL: <https://moluch.ru/conf/tech/arhive/6/1465/> (accessed: 28.10.2020)
4. Elektroprivody tipov SPGB-4, SPGB-4M i SPGB-4B. Elektrovozy VL [Electric drives of types SPGB-4, SPGB-4M and SPGB-4B types. Electric locomotives VL] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]*. URL: <https://www.poezdvl.com/vychislitelnaia-tehnika-na-zh..> (accessed: 1.11.2020)
5. Dorokhin B.P., Serdyuk T.N.. Vnedreniye novykh tipov dvigateley strelochnykh elektroprivodov. [Introduction of new types of electric switch engines] // Dnepropetrovsk, 2013. - P. 72-77. (accessed: 1.11.2020)
6. Levkin D. Elektrodvigateli/ Inzhenernyye resheniya [Electric motors. Engineering solutions] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]* URL: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor.html> (Date accessed: 1.11.2020)
7. Elektrodvigatel' strelochnyy postoyannogo toka tipa MSP-0,25. Elektrovozy VL [Electric motor switch direct current type MSP-0.25. Electric locomotives VL] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]* URL: <https://www.poezdvl.com/vychislitelnaia-tehnika-na-zhd-rf/elektrodvigatel-strelochnyi-postoyannogo-toka-tipa-msp-025.html> (Date of access: 2.11.2020)
8. Elektrodvigatel' malogabaritnyy strelochnyy universal'nyy (EMSU). TU32 TSSH 162.22–2009 [Electric motor small-sized universal switch (EMCU). TU32 TSSH 162.22–2009] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]* URL: <http://geksar.ru/> (Date of treatment: 2.11.2020)
9. Elektrodvigatel' malogabaritnyy strelochnyy universal'nyy (EMSU). Mikronom [Small-sized universal switch motor (EMCU). Micronom] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]* URL: <https://www.mikronom.ru/katalog/privodnaia-tehnika/elektrodvigateli/elektrodvigatel-malogabaritnyi-strelochnyi-universalnyi-emsu.html> (Date accessed: 2.11.2020)
10. Kuchera L.YA., Kopanев M.V., Fedorova N.V. Modelirovaniye pokazateley nadezhnosti tekhnicheskikh sistem [The modeling indexes safety of technical systems] // *Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye. [Modern technologies. System analysis. Modeling]* - Irkutsk, 2010. – V.26, №2, P.204-208.
11. Kopanев M.V., Kuchera L.YA. Matematicheskaya model' formirovaniya nadezhnosti strelochnogo elektroprivoda [Mathematical model of the formation of the reliability of the switch electric drive] // *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona: sbornik statey vse-rossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem [Transport infrastructure of the Siberian region: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation]*. – Irkutsk, 2016. – V. 1, P. 244-249.
12. Kopanев M.V., Kuchera L.YA. Modelirovanie strelochnogo elektroprivoda v srede MATLAB [Simulation of the electric drive of railway switches in MATLAB] // *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona: sbornik statey vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem [Transport infrastructure of the Siberian region: a collection of articles of the All-Russian scientific-practical conference with international participation.]* – Irkutsk, 2016. – V. 1, P. 249-253.
13. Kopanев M.V., Kuchera L.YA. Vyyavleniye prichin otkazov strelochnykh elektroprivodov s ispol'zovaniyem ekspertnoy sistemy [Revealing the causes of failures of switch electric drives using an expert system] // *TransSib: na ostriye reform: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [TransSib: on the cutting edge of reforms: proceedings of the international scientific and practical conference]*. – Chita, 2016. – P. 230-234.
14. Pulyakov A.V., Arsentiev O.V., Kopanев M.V., Alexeenko V.A., Arsentiev G.O., Shtykin E.S. Study of the operation of high-frequency electrical plants of railway consumers // *Proceedings of the International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region (SibTrans-2019) 2020, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, V. 760 (2020)*. doi.org/10.1088/1757-899X/760/1/012028.

Информация об авторах

Кондратюк Татьяна Викторовна – студентка группы СОД.2-16-1, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: nomnomnom123tanya1998@mail.ru

Копанев Михаил Владимирович - к.т.н., доцент, доцент кафедры “Автоматика, телемеханика и связь”, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kopanev_mv@irgups.ru

Монид Ольга Ивановна – студентка группы СОД.2-16-1, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: monid_olya1998@mail.ru

Authors

Kondratyuk Tatiana Viktorovna - student of the group SOD.2-16-1, Department of Transport Support Systems, Irkutsk State Transport University, Irkutsk Irkutsk, e-mail: nomnomnom123tanya1998@mail.ru

Kopanev Mihail Vladimirovich – Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, the Sub-department of Automation, Telemechanics and Communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: kopanev_mv@irgups.ru

Monid Olga Ivanovna – student of the group SOD.2-16-1, Department of Transport Support Systems, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: monid_olya1998@mail.ru

Для цитирования

Кондратюк Т.В. О внедрении новых электродвигателей для стрелочных горочных приводов [Электронный ресурс] / Т.В. Кондратюк, М.В. Копанев, О.И. Монид // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021. – №1(11). – Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/111-21>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

For citation

Kondratyuk T.V., Kopanev M.V., Monid O.I. *O vnedrenii novykh elektrodvigateley dlya strolochnykh gorochnykh privodov*. [On the introduction of new electric motors for switch hump drives] / T.V. Kondratyuk, // *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [Young science of Siberia: electronic scientific journal]*, 2021, no. 1(11).