

УДК 504.4 (571.1/.5)

АНАЛИЗ ПРИРОДНО-ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СУБЪЕКТОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ INFORM

Игнатъева А.В., Кнауб Р.В.

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, e-mail: anna_tomsktsu@mail.ru*

Ежегодно чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера регистрируются в разных частях России, а также являются источником значительного ущерба экологии, экономике и обществу исследуемых субъектов. Для составления прогноза и понижения последствий от воздействия чрезвычайных ситуаций важно выявлять специфику их возникновения, распространения в регионах. В статье рассматривается природно-техносферная безопасность субъектов Сибирского федерального округа с помощью использования коэффициентов уязвимости регионов, природной опасности и защищенности от стихийных бедствий. В исследовании использована европейская методология INFORM, позволяющая адаптировать расчетные формулы под условия и особенности исследуемой территории. Согласно данной методологии, территория Российской Федерации относится к среднему уровню опасности от воздействия бедствий на территорию. Для территории Сибирского федерального округа исследование на основании использования методологии INFORM для установления безопасности от воздействия бедствий ранее не было проведено. На основании разработанного за рубежом опыта определения интегрального индекса риска авторами предложена адаптированная под условия округа формула. Установлены значения ряда коэффициентов с целью анализа обстановки в области выявления, противодействия и снижения последствий от чрезвычайных ситуаций (ЧС) и опасных природных явлений. Авторами предложена формула для оценки перехода опасных природных явлений в чрезвычайную ситуацию природного характера. На основании полученных значений интегрального индекса риска построена карта-схема, где субъекты разделены на районы с низкими, средними и высокими значениями индекса. Установлено, что интегральный индекс риска в основном зависит от коэффициента природной опасности.

Ключевые слова: природно-техносферная безопасность, чрезвычайные ситуации, интегральный индекс риска, коэффициент природной опасности, коэффициент уязвимости региона, коэффициент защищенности от стихийных бедствий

ANALYSIS OF NATURAL AND TECHNOSPHERIC SAFETY OF SUBJECTS OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT OF RUSSIA USING THE INFORM METHODOLOGY

Ignateva A.V., Knaub R.V.

National Research Tomsk State University, Tomsk, e-mail: anna_tomsktsu@mail.ru

Every year, natural and man-made emergencies are registered in different parts of Russia, and are also a source of significant damage to the ecology, economy and society of the studied subjects. To make a forecast and reduce the consequences of the impact of emergency situations, it is important to identify the specifics of their occurrence and distribution in the regions. The article examines the natural and technospheric safety of the subjects of the Siberian Federal District using the coefficients of vulnerability of regions, natural hazard and protection from natural disasters. The study used the European INFORM methodology, which allows to adapt the calculation formulas to the conditions and characteristics of the study area. According to this methodology, the territory of the Russian Federation belongs to the average level of hazard from the impact of disasters on the territory. For the territory of the Siberian Federal District, a study based on the use of the INFORM methodology to establish safety from the impact of disasters has not been previously conducted. Based on the experience developed abroad in determining the integral risk index, the authors proposed a formula adapted to the conditions of the district. The values of a number of coefficients have been established in order to analyze the situation in the field of identifying, countering and reducing the consequences of emergency situations (ES) and hazardous natural phenomena. The authors have proposed a formula for assessing the transition of natural hazards to a natural emergency. Based on the obtained values of the integral risk index, a schematic map was constructed, where the subjects were divided into areas with low, medium and high index values. It was found that the integral risk index mainly depends on the natural hazard coefficient.

Keywords: natural and technosphere safety, emergency situations, integral risk index, natural hazard coefficient, regional vulnerability coefficient, coefficient of protection against natural disasters

До конца XX века в научном сообществе катастрофы воспринимались как события, имеющие последствия, устранить которые на местном уровне было неосуществимой задачей. Само понятие «управление катастрофами» предполагает ликвидацию по-

следствий проявления катастроф, а решением данной проблемы занимались Общество Красного Полумесяца, Красного Креста и организации по гражданской обороне.

С 60-х годов XX века вопросами ликвидации последствий воздействия крупных

стихийных бедствий начала заниматься Организация Объединенных Наций. Следующим шагом в решении вопросов природно-техносферной безопасности было создание структурной единицы в составе ООН по оказанию помощи пострадавшим от стихийных бедствий. Привлечение международного сообщества к реагированию на бедствия и ликвидации последствий их воздействия, содействие развивающимся странам в противодействии стихийным бедствиям привели к организации в 1978 году Управления по координации чрезвычайной помощи ООН. Сейчас данное управление реорганизовано в Управление по координации гуманитарных вопросов ООН.

Возрастание в начале XXI века последствий от воздействия природных катастроф на социально-экономическую сферу деятельности человечества способствовало разработке ООН целостных научных подходов к борьбе со стихийными бедствиями.

Переосмысление подхода в решении проблем стихийных бедствий, от борьбы с последствиями проявления к разработке мер по уменьшению опасности от бедствий, произошло во время Международного десятилетия по уменьшению опасности стихийных бедствий (МДУОСБ) (1990–1999 гг.).

В России также уделяется пристальное внимание обеспечению населения регионов безопасности от воздействия чрезвычайных ситуаций различного характера. В Сибирском федеральном округе ежегодно в разное время года отмечается возникновение различного рода опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. В связи с этим анализ природно-техносферной безопасности субъектов Сибирского федерального округа играет особую роль.

Объектом изучения являются субъекты, входящие в состав Сибирского федерального округа. Дата образования – 13 мая 2000 года. Округ составляет 30% от всей территории страны, а площадь – 5 118 400 км².

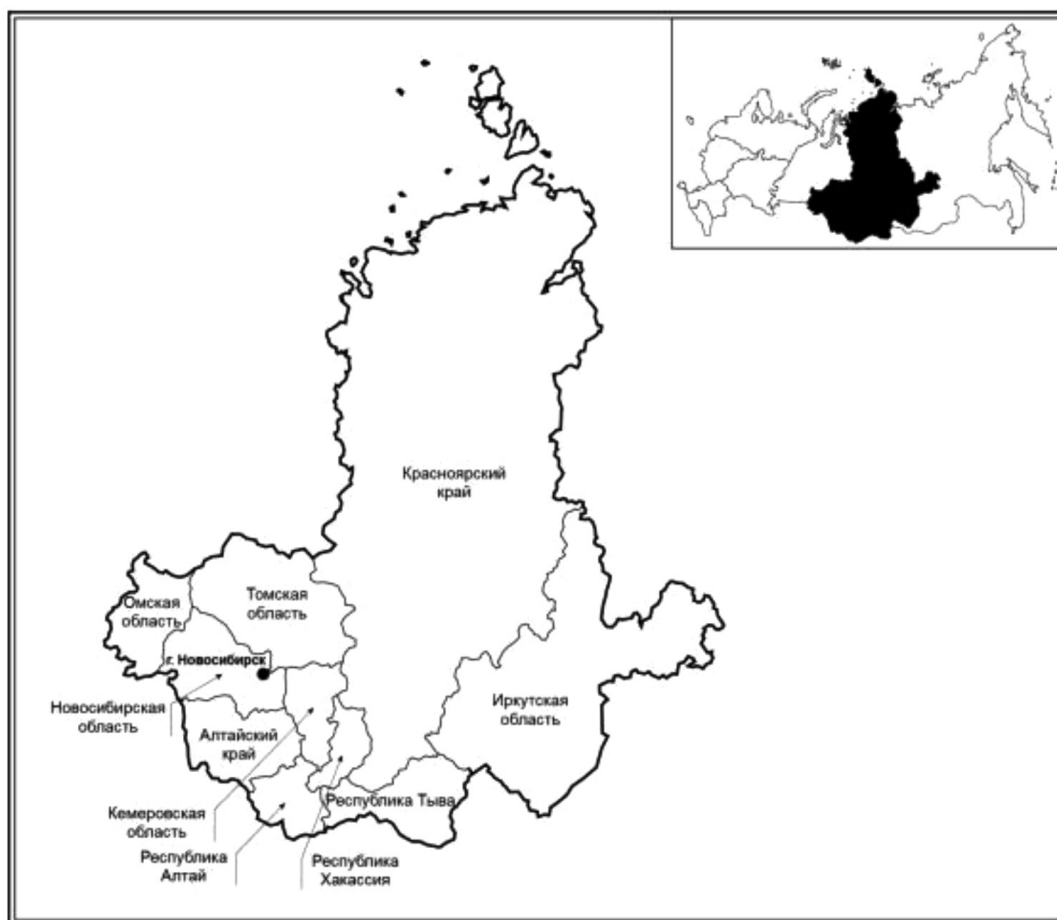


Рис. 1. Состав субъектов, входящих в Сибирский федеральный округ [1]

В состав Сибирского федерального округа (на 31 декабря 2017 г.) входили 12 административно-территориальных единиц РФ [1; 2]. Исследование проводилось до 2017 года включительно, а до этого года в состав СФО входили 12 субъектов. В данный момент из состава СФО вышли два региона – Республика Бурятия и Забайкальский край, которые территориально с 2018 года входят в состав Дальневосточного федерального округа (рис. 1).

Целью работы является оценка природно-техносферной безопасности в субъектах Сибирского федерального округа России.

Для достижения цели были решены задачи:

1) провести расчет и анализ недостаточности потенциала противодействия бедствиям;

2) провести расчет и анализ полученных данных от подсчета коэффициентов природной опасности, уязвимости региона, защищенности от стихийных бедствий;

3) провести расчет и произвести анализ интегрального индекса риска по представленной адаптированной методике;

4) произвести районирование субъектов Сибирского федерального округа по полученным значениям индекса риска.

Объектом исследования являются субъекты Сибирского федерального округа.

Материалы и методы исследования

В настоящее время для анализа безопасности субъектов от воздействия опасностей применяется такой показатель, как интегральный индекс риска ЧС, который используется при проведении анализа безопасности различных территорий [3]. Данный подход носит название «Методология INFORM» (рис. 2). Методология представлена мировой общественности в рамках Третьей всемирной конференции в Сендае (Япония). На рис. 2 указаны элементы методологии INFORM, остающиеся неизменными (опасность, уязвимость и отсутствие потенциала), а также элементы, которые адаптируются под конкретные условия. Исходя из этого, авторами методология была адаптирована с использованием коэффициентов, которые включают информацию, подходящую под условия в исследуемом Сибирском федеральном округе. Свойство заменимости коэффициентов значимо в силу того, что таким образом ее можно подстраивать под особенности различных территорий.

Также данный инструментальный методологии INFORM является универсальным, и его использование возможно на различных уровнях, от глобального до муниципального [3].

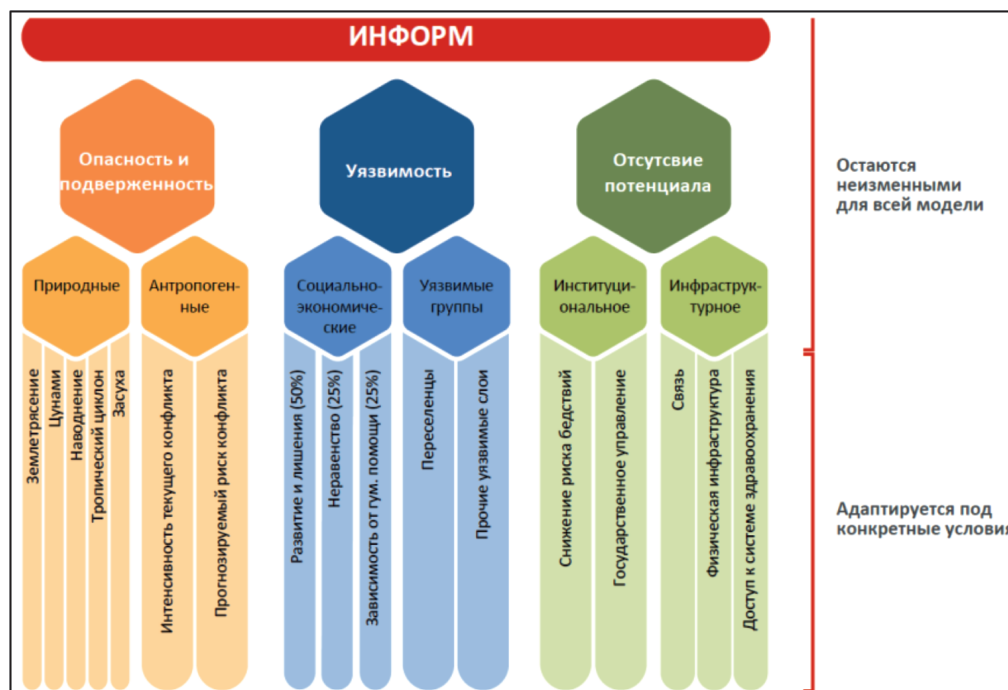


Рис. 2. Концепция методологии INFORM [3]

На национальном уровне методология INFORM упрощает большой объем информации о риске бедствий, посредством использования комплексного индекса риска.

Первоначально, согласно методологии INFORM, интегральный индекс риска рассчитывается по формуле (1) [3]:

$$R = \sqrt[3]{H \cdot V \cdot L}, \quad (1)$$

где R – интегральный индекс риска;
H – индикатор угроз опасностей;
V – индикатор уязвимости к опасностям;
L – индикатор недостаточности потенциала противодействия бедствиям (чрезвычайным ситуациям).

Авторами предложено, на основании методологии INFORM, уравнение для вычисления индекса риска, что позволит выявить наиболее уязвимые из субъектов, входящих в состав Сибирского федерального округа. Данная формула адаптирована авторами с использованием апробированных для субъектов РФ формул, представленных

$$K_y = \frac{P_{сч} + \frac{S_{регЧС}}{S_{рег}} + \frac{K_{чсрег}}{K_{чсСФО}} + \frac{P_{постр}}{P_{пострСФО}} + \frac{P_{погибш}}{P_{погибшСФО}}}{5}, \quad (3)$$

где K_y – коэффициент уязвимости региона;
 $P_{сч}$ – численность населения в зоне воздействия ЧС, чел.;
 $N_{срег}$ – общая численность населения региона, чел.;
 $S_{регЧС}$ – площадь региона, подверженного влиянию природных и техногенных ЧС, км²;
 $S_{рег}$ – общая площадь региона, км²;
 $K_{чсрег}$ – количество ЧС, произошедших в регионе;
 $K_{чсСФО}$ – количество ЧС, произошедших в СФО;
 $P_{постр}$ – количество населения, пострадавшего в результате воздействия ЧС, чел.;
 $P_{пострСФО}$ – количество населения, пострадавшего в результате воздействия ЧС на СФО, чел.;
 $P_{погибш}$ – количество населения, погибшего в результате воздействия ЧС, чел.;
 $P_{погибшСФО}$ – количество населения, погибшего в результате воздействия ЧС на СФО, чел.

Следующим анализируемым показателем является коэффициент защищенности от стихийных бедствий. Для оценки защищенности регионов Сибирского федерального округа применяется методика, разработанная Кузьминым С.Б. [4], и рассчитаны

далее. Анализируемыми коэффициентами будут предложенные Кузьминым С.Б. (2015) [4] коэффициент природной опасности, коэффициент уязвимости регионов от ЧС различного характера и коэффициент защищенности от стихийных бедствий. Ранее расчеты по данным коэффициентам и анализ полученных результатов были опубликованы в статьях авторов [5-7].

Коэффициент природной опасности рассчитывается по формуле [4]:

$$H_c = D \cdot \frac{S}{P}, \quad (2)$$

где H_c – коэффициент природной опасности;
D – количество природных процессов, опасных в масштабе региона;
S – площадь региона, км²;
P – численность населения региона, чел.

Автором предложено уравнение для расчёта коэффициента (формула (3)), которое определяет уязвимость регионов от чрезвычайных ситуаций различного генезиса:

коэффициенты защищенности от стихийных бедствий по формуле (4):

$$V_c = \frac{B + P_j + T + C + W + L + K}{P_p + CHD + E}, \quad (4)$$

где V_c – коэффициент защищенности от стихийных бедствий;
B – коэффициент ВРП на душу населения;
 P_j – доля трудоспособного населения;
T – телекоммуникационный коэффициент;
C – транспортный коэффициент;
W – коэффициент военных ресурсов;
L – коэффициент ожидаемой продолжительности жизни;
K – коэффициент грамотности;
 P_p – доля населения, находящегося за чертой бедности;
CHD – коэффициент детской смертности;
E – коэффициент напряженности экологических проблем.

Применяя перечисленные коэффициенты, сформулировано следующее уравнение [8; 9]:

$$R = \sqrt[3]{H_c \cdot K_y \cdot V_c}, \quad (5)$$

где R – интегральный индекс риска;
 H_c – коэффициент природной опасности;
 K_y – коэффициент уязвимости региона;

V_c – коэффициент защищённости от стихийных бедствий.

Данная формула получена в результате обобщения трёх коэффициентов, что позволит сделать комплексный анализ природно-техногенной безопасности в субъектах Сибирского федерального округа, с учетом специфики регионов. Данные для вычисления интегрального индекса риска и других анализируемых коэффициентов размещены в докладах МЧС РФ, а также в опубликованных сборниках Росстата [10; 11].

Результаты исследования и их обсуждение

После проведения расчета интегрального индекса риска получены результаты, отраженные в таблице.

Усредненное значение интегрального индекса риска в субъектах Сибирского федерального округа за период с 2000 по 2017 г.

Название субъекта	Интегральный индекс риска
Республика Алтай	0,027
Республика Бурятия	0,200
Республика Тыва	0,040
Республика Хакасия	0,003
Алтайский край	0,001
Забайкальский край	0,180
Красноярский край	0,067
Иркутская область	0,130
Кемеровская область	0,001
Новосибирская область	0,000
Омская область	0,002
Томская область	0,011



Рис. 3. Районирование субъектов Сибирского федерального округа по интегральному индексу риска

На рис. 3 представлена карта-схема районирования субъектов Сибирского федерального округа на основании усредненных значений интегрального индекса риска.

Районирование субъектов Сибирского федерального округа позволило наглядно отразить их различия по значениям интегрального индекса риска. Высокий риск (первый уровень) характерен субъектам: Забайкальский край, Республика Бурятия, Иркутская область. Средний риск (второй уровень) присущ: Красноярскому краю, Республикам Тыва, Алтай, Хакасия и Томской области. Низкий риск (третий уровень) характерен: Омской, Новосибирской и Кемеровской областям, а также Алтайскому краю.

Следует отметить, что величина риска повышается меридионально – с запада на восток (от низкого к высокому уровням интегрального индекса риска в регионах). Подобное распределение значения интегрального индекса риска среди субъектов можно объяснить зависимостью от изменения природной опасности в регионах. Если обратиться к районированию субъектов Сибирского федерального округа (рис. 3) по значениям коэффициента природной опасности, то видно нарастание опасности с запада на восток. Это подчеркивает значительную долю влияния коэффициента природной опасности в формировании интегрального индекса риска.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать ряд следующих выводов, на основании полученных результатов:

1. Методология INFORM обладает преимуществом среди других методик тем, что подразумевает адаптацию ее составляющих под особенности и условия различных территорий мира и России.

2. В данной статье представлены расчеты интегрального индекса риска для субъектов Сибирского федерального округа. В данном округе для субъектов характерны различия в физико-географических условиях и, как следствие, в преобладающих для данных территорий чрезвычайных ситуациях природного характера и опасных природных явлениях. Это формирует различный уровень опасности в изучаемых субъектах.

3. На основании полученных расчетов интегрального индекса риска субъекты распределены в три района в рамках карты-схемы рис. 3. Величина риска повышается меридионально – с запада на восток

(от низкого, среднего и к высокому уровню интегрального индекса риска в рассматриваемых регионах). Подобное распределение значения интегрального индекса риска среди субъектов можно объяснить зависимостью от изменения природной опасности в регионах, вычисленной при расчете коэффициента природной опасности для субъектов округа. Это указывает на значительную роль коэффициента природной опасности в формировании интегрального индекса риска на различных исследуемых территориях.

4. Полученные результаты расчета интегрального индекса риска справедливы для территории Сибирского федерального округа, где данный параметр имеет закономерность в распределении с запада на восток. Данный вывод не говорит о том, что на территориях, расположенных к западу от СФО, на которых происходит большее количество ЧС, интегральный индекс будет равняться 0. Также данная закономерность, выявленная для СФО, не подразумевает подобное распределение интегрального индекса риска для регионов, расположенных восточнее.

Список литературы / References

1. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2018. Стат. сб. / Росстат. М., 2018. 751 с.
Regions of Russia. The main characteristics of the constituent entities of the Russian Federation. 2018. Stat. Sat. / Rosstat. M., 2018. 751 p. (in Russian).
2. Сибирский федеральный округ. [Электронный ресурс]. URL: <http://sfo.gov.ru/okrug/> (дата обращения: 20.11.2021).
Siberian Federal District. [Electronic resource]. URL: <http://sfo.gov.ru/okrug/> (date of access: 20.11.2021) (in Russian).
3. Index for risk-management. Results 2015. [Электронный ресурс]. URL: www.informindex.org (дата обращения: 20.11.2021).
4. Kuzmin S.B. Global Environmental Risk Assessments. Problems of Modern Science and Education Journal. Ivanovo: Olimp, 2015. № 10 (40). P. 120–125.
5. Игнатьева А.В., Кнауб Р.В. Критерии оценки интегрального индекса риска чрезвычайных ситуаций различного генезиса для территории Сибирского федерального округа // Геосферные исследования. 2021. № 1. С. 76–86.
Ignateva A.V., Knaub R.V. Criteria for assessing the integral risk index of emergencies of various genesis for the territory of the Siberian Federal District // Geosfernyye issledovaniya. 2021. № 1. P. 76–86 (in Russian).
6. Игнатьева А.В. Применение комплексной методики оценки и анализа пространственно-временных закономерностей распространения чрезвычайных ситуаций для снижения материального ущерба от ЧС // International Journal of Advanced Studies. 2018. Т. 8. № 4–3. С. 41–48.
Ignatieva A.V. Application of a comprehensive methodology for assessing and analyzing the spatial and temporal patterns of the spread of emergency situations to reduce material damage from emergencies // International Journal of Advanced Studies. 2018. Vol. 8. № 4–3. P. 41–48 (in Russian).

7. Кнауб Р.В. Комплексная оценка ущерба природных и техногенных катастроф на примере Сибирского федерального округа // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. 2012. № 4. [Электронный ресурс]. URL: www.gypravlenie.ru (дата обращения: 02.12.2021).

Knaub R.V. Comprehensive assessment of damage to natural and man-made disasters on the example of the Siberian Federal District // Sustainable innovative development: design and management. 2012. № 4. [Electronic resource]. URL: www.gypravlenie.ru (date of access: 02.12.2021) (in Russian).

8. Олтян И.Ю., Ляховец Т.Л. Разработка терминологии и индикаторов прогресса в области реализации Сендайской рамочной программы по уменьшению риска бедствий на 2015–2030 годы // Технологии гражданской безопасности. 2016. Т. 13. № 1 (47). С. 22–26.

Oltyan I.Yu., Lyakhovets T.L. Development of terminology and indicators of progress in the implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction for 2015–2030 // Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti. 2016. Vol. 13. No. 1 (47). P. 22–26 (in Russian).

9. Проект INFORM. 2018. [Электронный ресурс]. URL: www.inform-index.org (дата обращения: 02.12.2021).

Project INFORM. 2018. [Electronic resource]. URL: www.inform-index.org (date of access: 02.12.2021) (in Russian).

10. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2017 году». М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2000–2018. 376 с.

State report «On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2017». M.: MCHS Rossii. FGBU VNIИ GOCHS (FCS), 2000–2018. 376 p. (in Russian).

11. Регионы России. Социально-экономические показатели. [Электронный ресурс]. URL: www.gks.ru (дата обращения: 27.11.2021).

Regions of Russia. Socio-economic indicators. [Electronic resource]. URL: www.gks.ru (date of access: 27.11.2021) (in Russian).