

# ВОЗДЕЙСТВИЕ СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ: ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЯ АВАРИЙНОСТИ

## THE IMPACT OF STATIONARY RAILWAY INFRASTRUCTURE FACILITIES ON THE ENVIRONMENT: JUSTIFICATION OF THE ACCIDENT CRITERION

*O. Eryemina*

*Summary.* Railway transport is the most important means of cargo transportation and passenger transportation. By the nature of functioning, all objects of transport infrastructure (OTI) of railway transport are divided into mobile (mobile) and stationary. For each such facility, a regular (normal) mode of operation is established, when all systems are in good order and work without features; and emergency — when a catastrophe, a gathering, an accident, failures, technical malfunctions or other man-made negative events are recorded. The analysis of the annual accident rate revealed that the negative negative impact in normal and emergency modes differ in the intensity and size of the damage. If in normal mode the negative impact has a low and medium intensity, but in emergency mode — medium and high. The author introduces and substantiates a new criterion for improving the effectiveness of assessing the negative impact of railway infrastructure facilities — accident rate. This allows you to: 1) determine the accident rate using an approach to determine the magnitude of the railway risk at a particular facility; 2) develop a system of preventive measures to reduce the accident rate, thereby reducing the burden on the environment.

*Keywords:* the object of transport infrastructure (OTI), railway transport, accidents, accidents, environment, regular and emergency modes of operation.

*Ерёмина Ольга Юрьевна*

*Аспирант, Российского государственного  
университета имени А.Н. Косыгина, г. Москва  
olga\_u\_eryomina@mail.ru*

*Аннотация.* Железнодорожный транспорт является наиболее важным средством транспортировки грузов и осуществления пассажирских перевозок. По характеру функционирования все объекты транспортной инфраструктуры (ОТИ) железнодорожного транспорта разделяют на мобильные (подвижные) и стационарные. Для каждого такого объекта установлен штатный (обычный) режим работы, когда все системы исправны и работают без особенностей; и аварийный — когда фиксируется катастрофа, сход, авария, сбой, технические неисправности либо иные техногенные негативные события. Анализ годовой аварийности выявил, что отрицательное негативное воздействие при штатном и аварийном режимах различаются интенсивностью и размером ущерба. Если в штатном режиме негативное воздействие имеет низкую и среднюю интенсивность, но в аварийном — среднюю и высокую. Автором введен и обосновывается новый критерий повышения эффективности оценки негативного воздействия объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта —

аварийность. Это позволяет: 1) определить коэффициент аварийности, используя подход по определению величины железнодорожного риска на конкретном объекте; 2) разработать систему профилактических мер для снижения коэффициента аварийности, тем самым снизив нагрузку на окружающую среду.

*Ключевые слова:* объект транспортной инфраструктуры (ОТИ), железнодорожный транспорт, аварийность, аварийные случаи, окружающая среда, штатный и аварийный режимы функционирования.

**С**ложно переоценить значение железнодорожного транспорта и объектов его инфраструктуры в хозяйственной деятельности человека в целом, в экономике России в частности. Густая сеть железных дорог охватывает страну с запада на восток, около 2% населения заняты в работах, связанных с обеспечением железнодорожных перевозок. Крупнейшее предприятие ОАО «РЖД» объединяет деловыми рабочими процессами филиалы по регионам, предприятия-подрядчики, а также смежные предприятия, производящие необходимые товары и услуги для

железнодорожных перевозок. Тарифный грузооборот (в млрд. тарифных тонно-км) за период январь-март 2021 года составил 407,7 млрд. т/км, а в такой же период 2022 года вырос на 4,4%. Все эти факторы говорят не только об экономической мощи железнодорожной отрасли, ее огромной важности в Стратегии развития транспортной отрасли всей страны до 2030 г. [1], но и о возрастающей негативной нагрузке на окружающую среду со стороны объектов железнодорожной инфраструктуры. Исследованию этого вопроса посвящена настоящая статья.

## Постановка проблемы

По характеру функционирования все объекты железнодорожной транспортной инфраструктуры (далее ОТИ) разделяют на стационарные и подвижные. К стационарным ОТИ железнодорожного транспорта России относят [2,3]: 16 железных дорог, общей протяженностью более 82 тысяч километров; 275 вокзалов (по 1 на каждые 300 км дорог), 4500 станций и узлов, из них — 51 — пассажирских, 39 — сортировочных, 302 — участковые, 593 — грузовые, 3515 — промежуточные; 30,5 тыс. мостов и путепроводов общей протяженностью 993 тыс. погонных метров; 1432 тяговых подстанций; 37422 комплектных трансформаторных подстанций; 6734 трансформаторных подстанций; 33 тыс. км высоковольтных линий электропередачи; 54,8 тыс. км линий электропередачи до 1000В; 128,8 тыс. км линий электроснабжения СЦБ, из них 62 055 км, или 72,9% линий, оборудованных автоблокировкой и диспетчерской централизацией; устройства железнодорожной автоматики и телемеханики, которые обслуживают 203 дистанции сигнализации, централизации и блокировки и 1 технический центр автоматики и телемеханики; 38 вагоноремонтных завода; 24 локомотиворемонтных завода; 42 локомотиворемонтных депо; другие служебные здания и сооружения (включая социальную инфраструктуру).

Критериями негативного воздействия на окружающую среду, которые на текущий момент подлежат контролю для стационарных ОТИ железнодорожного транспорта, являются:

- ◆ объем выбросов вредных веществ в атмосферу;
- ◆ объем потребляемых вод и объем загрязненных сточных вод;
- ◆ объем загрязнений и деформации почв, растительного покрова;
- ◆ объем производимых на стационарном ОТИ отходов;
- ◆ объем финансовых средств, направляемых на ликвидацию последствия загрязнения почвы, вод, воздуха.

Цель данной статьи — обоснование введения в научный обиход понятия коэффициента аварийности как еще одного критерия при осуществлении оценки негативного воздействия указанных выше ОТИ железнодорожного транспорта.

Задачами будут:

- ◆ выявление негативного воздействия со стороны различных типов ОТИ железнодорожного транспорта при их штатном режиме работы;
- ◆ сравнение негативного воздействия определенного типа ОТИ железнодорожного транспорта при штатном (обычном) и аварийном режимах;

- ◆ определение подхода к расчету коэффициента аварийности.

Источником статистических и фактических данных по аварийности на стационарных ОТИ являются открытые данные, опубликованные на сайте Ространснадзора, а также Федерального агентства по железнодорожному транспорту, информационных ресурсов ОАО «РЖД». Согласно этим источникам, в наиболее общем плане годовая аварийность на железнодорожном транспорте составила по состоянию на 31 декабря 2021 года [4]:

- ◆ Крушений, всего — 17 случаев, в том числе: на путях общего пользования — 10 случаев; на путях необщего пользования — 7 случаев.
- ◆ Аварий, всего — 2 случая, из них 1 на пути необщего пользования.
- ◆ погибло 7 работников железнодорожного транспорта, причинен тяжкий вред здоровью 3 работникам.
- ◆ Повреждено подвижного состава: 308 единиц, в том числе: 178 единиц за пределами целесообразности ремонта; 130 единиц в пределах целесообразности ремонта.

В целом за период январь 2021- март 2022 гг. различные аварийные случаи на ОТИ (всего 271) фиксировались в большинстве федеральных округов: 89 событий при этом — в ДФО; 45 — в СФО; 44 в УФО; 40 в ПФО; 21 в СЗФО; 20 событий в ЦФО и 12 событий — в ЮФО. Этот фактический материал позволяет предметно изучить особенности аварийности на железных дорогах, приводя описания аварийных случаев и их последствий: отдельные примеры по каждому типу стационарных ОТИ упоминаются в данной статье.

Мы будем придерживаться следующей рабочей гипотезы: для эффективности оценки негативного воздействия ОТИ железнодорожного транспорта на окружающую среду, необходимо ввести новый критерий аварийности, понимаемый как способность того или иного объекта значительно увеличивать негативное воздействие в момент техногенной аварии. Критерий аварийности предполагает, что каждый стационарный ОТИ обладает коэффициентом аварийности, который зависит от частоты аварийных случаев на данном типе ОТИ, тяжести их последствий, объема мероприятий, выполняемых для предотвращения аварий.

Проведенные автором исследования аварийности на стационарных объектах железнодорожного транспорта в период с 2021–2022 гг. (исследованы записи дежурно-диспетчерских служб об аварийных случаях) показали, что аварийная ситуация на том или ином типе стационарного ОТИ увеличивает, и порой

значительно, негативную нагрузку на окружающую среду, производимую данным ОТИ.

В частности, возрастают:

- ◆ выбросы парникового газа в атмосферу (оксид азота);
- ◆ загрязненность сточных вод, когда нормативы сброса существенно превышены, и сбросы осуществляются в русла рек, систему водоотведения, на поверхность почв;
- ◆ загрязнение земель (в том числе результатов разрушения зданий, сооружений, деформацией ландшафта в ходе взрывов, прорывов тоннелей и т.п.).

Следовательно, необходимо найти параметры этого увеличения и разработать методику его определения (определения коэффициента аварийности). Это позволит с достаточной степенью объективности определять уровень аварийности того или иного объекта, исходя из его текущих характеристик: типа объекта, частоты аварий на данном типе объекта, уровня тяжести последствий, уровня изношенности технического состояния, количества профилактических мероприятий и предупредительных ремонтов. Из указанных здесь характеристик только уровень тяжести последствий требует некоторого пояснения, все остальные — определяются на предприятии, ответственном за эксплуатацию стационарного ОТИ.

Для определения уровня тяжести последствий используем положениям Межгосударственного стандарта, который определяет для железнодорожного риска уровни тяжести последствий [5].

Исходя из того, что по каждому стационарному ОТИ железнодорожного транспорта известны частота аварийных случаев на этом ОТИ и тяжесть последствий железнодорожного риска для него, ведется учет работ по предотвращению аварий, то и коэффициент аварийности на данном конкретном типе ОТИ можно определить на основе взаимосвязи этих параметров.

В этом случае, коэффициент аварийности можно рассчитать по формуле (1), аналогичной расчету железнодорожного риска:

$$R = Fr\{C, P\} = \sum_i [Fri * (Ci, Pi)], \quad (1)$$

где  $R$  — железнодорожный риск;

$F$  — зависимость вероятности возникновения какого-либо события на транспорте  $P$  и ожидаемых последствий  $C$  (ущерба) от данного события;

$P$  — вероятность возникновения того или иного события;

$C$  — показатель ожидаемых последствий (ущерба);  
 $i$  — вид транспортного события.

Совершенно очевидно, что применительно к аварийности данный подход также работает: величина риска  $R$  — принимается в данном случае за коэффициент аварийности,  $F$  — является зависимостью ожидаемой частоты не просто от неких событий, а непосредственно от аварий на данном виде ОТИ (например за последние 2 года),  $P$  — вероятностью аварий (в текущем году, с учетом проведенного ремонта или иных работ),  $C$  — прогнозируемой величиной последствий от указанных аварий (например, в присвоенных от 1 до 4 баллах из Таблицы 7),  $i$  — видом аварии на данном типе ОТИ.

## Выводы

Научная новизна излагаемого в данной статье подхода заключается во введении понятия коэффициента аварийности как критерия оценки негативного воздействия стационарного ОТИ железнодорожного транспорта на окружающую среду. Мы не ставили задачу приведения расчетов коэффициента аварийности по каждому типу ОТИ железнодорожного транспорта отдельно. Для этого по каждому конкретному объекту необходимы данные наблюдений, материалы расследования аварий с заключением по определению ущерба, описания технического состояния и проведенных профилактических ремонтов/модернизаций, оказывающих влияние на вероятность и частоту аварийных случаев.

Данная статья лишь предложила решение задач верхнего уровня:

- ◆ была дана типология стационарных объектов в связи с их функциональным предназначением и теми негативными влиянием, которое они оказывают на окружающую среду в штатном и аварийном режиме функционирования;
- ◆ были приведены примеры аварийных событий по каждому типу ОТИ и проведен анализ, показавший рост интенсивности и скорости наступления негативного влияния от стационарного ОТИ именно в связи с аварийным режимом функционирования;
- ◆ было выявлено, что для проведения расчетов уже имеется подходящая методика [5], позволяющая учесть все необходимые факторы, и ее можно успешно распространить на расчет коэффициента аварийности и использовать в дальнейших исследованиях.

Таким образом, аварийность непосредственно предшествует увеличению негативного воздействия на окружающую среду со стороны стационарных ОТИ железнодорожного транспорта. При штатной работе

любого объекта мероприятий по снижению уровня его воздействия на окружающую среду может быть мало. Ведь в момент аварийного режима работы такого ОТИ (авария, аварийный случай, теракт и проч.) любое негативное воздействие (а также его интенсивность, тяжесть последствий и т.п.) может быть увеличено в разы.

Так, при сбрасывании отработанных вод в экосистему или системы коммунального водоотведения (с нарушением нормативов) могут значительно пострадать природные водные объекты, инженерная инфраструктура водоснабжения и водоотведения. Но уровень нанесенного ущерба в момент аварийного сброса отравленных вод на стационарном ОТИ железнодорожного транспорта может быть превышен многократно, а ликвидация последствий загрязнения при авариях потребует значительных материальных ресурсов. Оче-

видно поэтому, что при повышении экологических требований к транспортной инфраструктуре нужно учитывать и коэффициент аварийности объекта (чем выше коэффициент, тем жестче требования). Осуществление регулярного производственного экологического контроля, проведение экологических аудитов должно также включать анализ коэффициента аварийности и тех мероприятий, которые проведены или запланированы, чтобы избежать аварий или снизить их частоту. Повышение же общей экономической эффективности природоохранной деятельности может происходить за счет снижения коэффициента аварийности.

Таким образом, критерий аварийности затрагивает все аспекты экологической работы на стационарном ОТИ железнодорожного транспорта и является обоснованным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство транспорта РФ. Транспортная стратегия до 2030 года. [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/7/1009?type=0> (дата обращения 23.11.2022)
2. Общий курс железных дорог/ Под ред. Ю.И. Ефименко. М.: «Академия», 2005. 256 с.
3. Россия в цифрах: Транспорт. -[Электронный ресурс].— Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/G0yirKPV/Rus\\_2020.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/G0yirKPV/Rus_2020.pdf) (дата обращения 10.10.2022).
4. Госжелдорнадзор: Отчет об аварийности за 2021 г. [Электронный ресурс].— Режим доступа: [https://railway.rostransnadzor.gov.ru/storage/folder\\_page/2022/02-02/SyRXcf4U/Приложение%20от%20от%2002.02.2022.pdf](https://railway.rostransnadzor.gov.ru/storage/folder_page/2022/02-02/SyRXcf4U/Приложение%20от%20от%2002.02.2022.pdf) (дата обращения 12.07.2022)
5. Межгосударственный стандарт. Безопасность функциональная. Управление рисками в железнодорожном транспорте. [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200127759> (дата обращения 09.09.2022)

© Ерёмина Ольга Юрьевна ( [olga\\_u\\_eryomina@mail.ru](mailto:olga_u_eryomina@mail.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»