

А.Ю. ЯЦКЕВИЧ, И.Г. ШУПЕЙКО

МОДЕЛИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ КАК КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ  
ОСНОВА МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ  
СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию

Аннотация. В данной статье представлен краткий обзор моделей возникновения несчастных случаев. Обосновано преимущество модели гомеостаза риска. Описаны параметры для мониторинга безопасности, соответствующие каждой модели.

Ключевые слова: модель возникновения несчастных случаев, мониторинг факторов безопасности.

Abstract. This article provides a brief overview of accident causation models. The advantage of the risk homeostasis model is grounded. The parameters for safety monitoring corresponding to each model are described.

Keywords: accident causation model, safety factors monitoring.

Doklady BGUIR. 201\*, Vol. \*\*\*, No. \*, pp. \*\*-\*\*

Accident causation models as a conceptual basis for monitoring of sociotechnical systems' safety

Yatskevich A.Y., Shupeyko I.G.

### Введение

При рассмотрении значения мониторинга для обеспечения безопасности и снижения рисков при использовании различных технических устройств, как правило, прежде всего обращаются к оценке состояния агрегатов, конструкций, оборудования и т.п. Например, многие нормативно-технические документы трактуют мониторинг как «систематическое наблюдение за состоянием объектов, явлений, процессов» [1], анализ и оценку характеристик конструкций и технических устройств [2] и т.п. При этом не принимается во внимание, что любая машина, любое техническое устройство управляется и обслуживается человеком и ее необходимо рассматривать как компонент социотехнической системы. Между тем любая социотехническая система в качестве неотъемлемого и даже центрального элемента включает человека, деятельность которого оказывает существенное влияние на эффективность и безопасность функционирования системы в целом. Поэтому мониторинг как составляющая систем безопасности и снижения рисков в обязательном порядке должен включать наблюдение, измерение и контроль, т.е. оценку «параметров» человека. Однако это - не простая задача. Человек обладает множеством характеристик, и измерять их все невозможно и нецелесообразно. Аргументировано же ответить на вопрос какие именно

«составляющие» человеческого фактора следует принимать во внимание при мониторинге для снижения риска при функционировании социотехнической системы, возможно только при наличии и последующем анализе адекватной модели реализации опасностей, возникновения аварий и травм.

В настоящее время существует и используется несколько моделей возникновения несчастных случаев, каждая из которых имеет свои сильные и слабые стороны.

#### Обзор наиболее известных моделей несчастных случаев

Одними из самых ранних моделей несчастных случаев являются «модели домино». В них аварии и несчастные случаи рассматриваются как предсказуемые линейные последовательности событий, обстоятельств, причинных факторов. Так, в модели домино

В. Хайнрича (W.H. Heinrich) возникновение несчастного случая рассматривается как пятиступенчатая последовательность следующих элементов:

- 1) неблагоприятная наследственность и социальная среда;
- 2) «вина человека» – отрицательные черты характера, модели поведения и т.п;
- 3) неправильные действия в совокупности с существующей опасностью;
- 4) несчастные случаи;
- 5) травмы. [3]

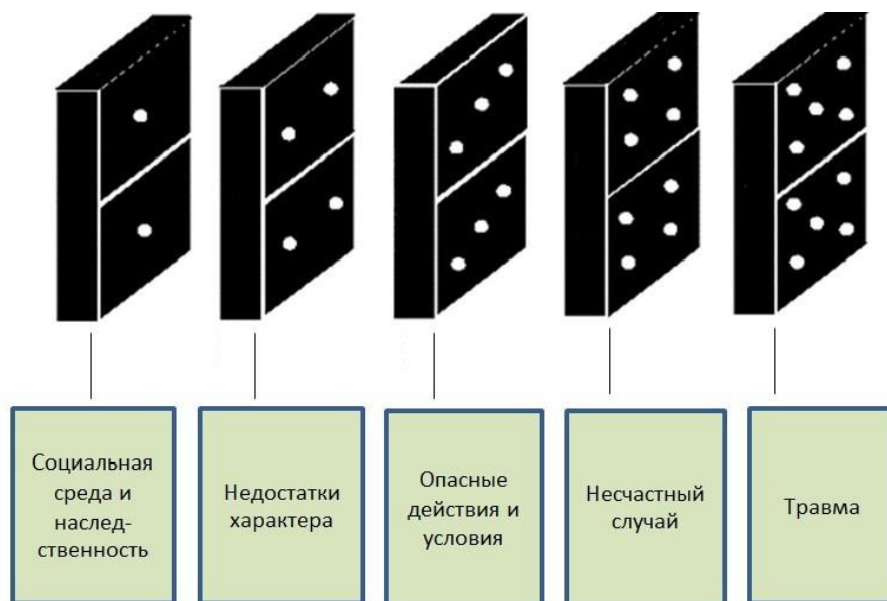


Рис. 1. Модель «домино» Хайнрича [4]

При создании данной модели используется следующая логика.: аналогично тому как падение первой из выстроенных в ряд костяшек домино неизбежно приводит к падению остальных, так и реализация любого из указанных выше пяти факторов приводит к травме. Согласно такой модели для обеспечения безопасности необходимо «удалить» одну из костяшек домино, один из причинных факторов. Хайнрич считал, что чаще всего причиной несчастных случаев являются неправильные действия работников [3]. Таким образом, мониторинг «человеческого фактора», основанный на модели домино, предполагает учет и анализ отрицательных индивидуально-психологических характеристик и неправильных действий человека. Основными же направлениям работы по снижению рисков в социотехнической системе при таком

подходе являются профотбор (недопуск людей, обладающих характеристиками, негативно влияющими на безопасность), обучение правильным действиям и наказание за неправильные действия (включая отстранение от деятельности).

Такого рода мониторинг практически реализован в работе ГАИ, когда обеспечение безопасности дорожного движения включает отбор водителей, их обучение и контроль за соблюдением правил дорожного движения.

Модель Хайнриха обоснованно критикуют за упрощенное понимание процесса возникновения несчастных случаев, акцентирование на количественном учете неправильных действий и перекалывание вины на работников.

В середине 1970х годов Берд и Лофтус (Bird and Loftus) модифицировали модель домино Хайнриха, перенеся акцент в формировании риска несчастных случаев с отдельного работника на управленческий персонал. По их мнению, первым в ряду причинных факторов, приводящих к аварии, является недостаток контроля со стороны руководства [3]. При этом контроль понимается достаточно широко и включает не просто наблюдение за поведением работников в процессе труда, но также и контроль качества приобретаемого и используемого оборудования и инструментов, наличия средств защиты от опасностей, организации системы обучения и т.д. Центральной идеей данной модели является то, что руководство несет ответственность за здоровье и безопасность работников.

Примером мониторинга, основанный на модели домино Берда и Лофтуса, можно считать деятельность инспекций пожарной охраны, МЧС, служб охраны труда. Так, представители данных организаций анализируют наличие и доступность аварийных выходов, средств индивидуальной и коллективной защиты, проведение инструктажей по технике безопасности и т.д.

Основной недостаток всех моделей домино – упрощенный взгляд на возникновение несчастных случаев, когда предполагается, что существует единственная линейная последовательность событий, приводящая к авариям и травмам, а сопутствующие факторы и обстоятельства не принимаются во внимание. Поэтому во второй половине 20 века наряду с моделями домино стали разрабатываться модели множественности причин несчастного случая, подчеркивающие значимость взаимодействия и взаимовлияния различных факторов. Одной из наиболее известных моделей этого типа является модель множественных факторов Гроса (Grose) [3].

Согласно модели Гроса, аварии и несчастные случаи возникают в результате действия четырех групп факторов (четырёх «М»): машина (Machine), среда (Media), человек (Man), менеджмент (Management) [3]. При этом каждому фактору соответствуют свои параметры для мониторинга.

«Машина» включает инструменты, оборудование, транспортные средства, используемые человеком в процессе деятельности. При этом важными характеристиками машин считаются размеры, конструкция, тип используемой энергии и т.п.. Мониторинг «машины» включает прежде всего проверку ее исправности и степени износа.

Примером мониторинга фактора «Среда» является оценка параметров микроклимата производственного помещения, погодных условий (при работе на открытом воздухе), состояния дорожного полотна (при оценке риска ДТП) и т. п.

Мониторинг фактора «Человек» предполагает учет психофизиологического состояния, пола, возраста, особенностей когнитивных процессов. Даже рост и вес могут быть значимыми для отдельных видов деятельности. Одним из средств мониторинга здесь является систематическое наблюдение и тестирование, по результатам которых можно осуществлять профотбор (например, медицинское освидетельствование водителей общественного транспорта или машинистов метро

перед выходом в рейс). Используются также различные технические средства, например, приборы анализа уровня бодрствования операторов транспортных средств, снабженные средствами предотвращающими засыпание. Сюда можно также отнести и периодическую аттестацию работников.

Фактор «Менеджмент» включает методы и процедуры, используемые для выбора оборудования, отбора и обучения персонала, а также создания безопасной среды [3]. Следовательно, мониторинг данного фактора направлен на оценку существующих в организации правил безопасности, процедур обеспечения и контроля выполнения этих правил, характер планирования деятельности организации, предприятия (например, равномерность рабочей нагрузки, наличие «штурмовщины», предсказуемость задач, поставленных перед работниками).

Все описанные выше модели в большей или меньшей степени обращаются к анализу характеристик и поведения работников, однако номенклатура психологических факторов, подлежащих анализу, не прописана в них достаточно полно и четко. Поэтому, видимо как реакция на данный недостаток, сформировалась целая группа психологических моделей несчастного случая. Рассмотрим наиболее известные из них.

В модели, предложенной исследователем Феррел, утверждается, что аварии и несчастные случаи являются результатом человеческой ошибки. При этом человек совершает ошибки вследствие одной из трех причин:

1) физическая и/или умственная перегрузка (например, необходимость одновременно решать большое число задач, выполнять работу в условиях повышенного шума или при отсутствии четких и однозначных инструкций) и пр.;

2) неадекватная реакция человека (например, работник демонтировал защитный кожух на оборудовании, заметил опасность, но не устранил ее и т.п.);

3) неадекватные действия (например, недооценка уровня риска, выполнение деятельности без соответствующей подготовки). При этом отмечается, что человек совершает неадекватные действия либо потому, что не знает как еще можно поступить в данной ситуации, либо потому, что намеренно рискует. [3].

Мониторинг, основанный на модели Феррела, должен включать контроль знаний работников, систематическое наблюдение за их действиями, анализ условий труда, степени сложности решаемых задач, контроль психофизиологического состояния работников и т.п.

Рассматривая психологические модели несчастных случаев также следует отметить разработанную Дж. Сурри (J. Surry) модель на основе последовательности [5]. В данной модели возникновение несчастного случая анализируется с помощью серии вопросов, выстроенных в логическом порядке (рис.2).

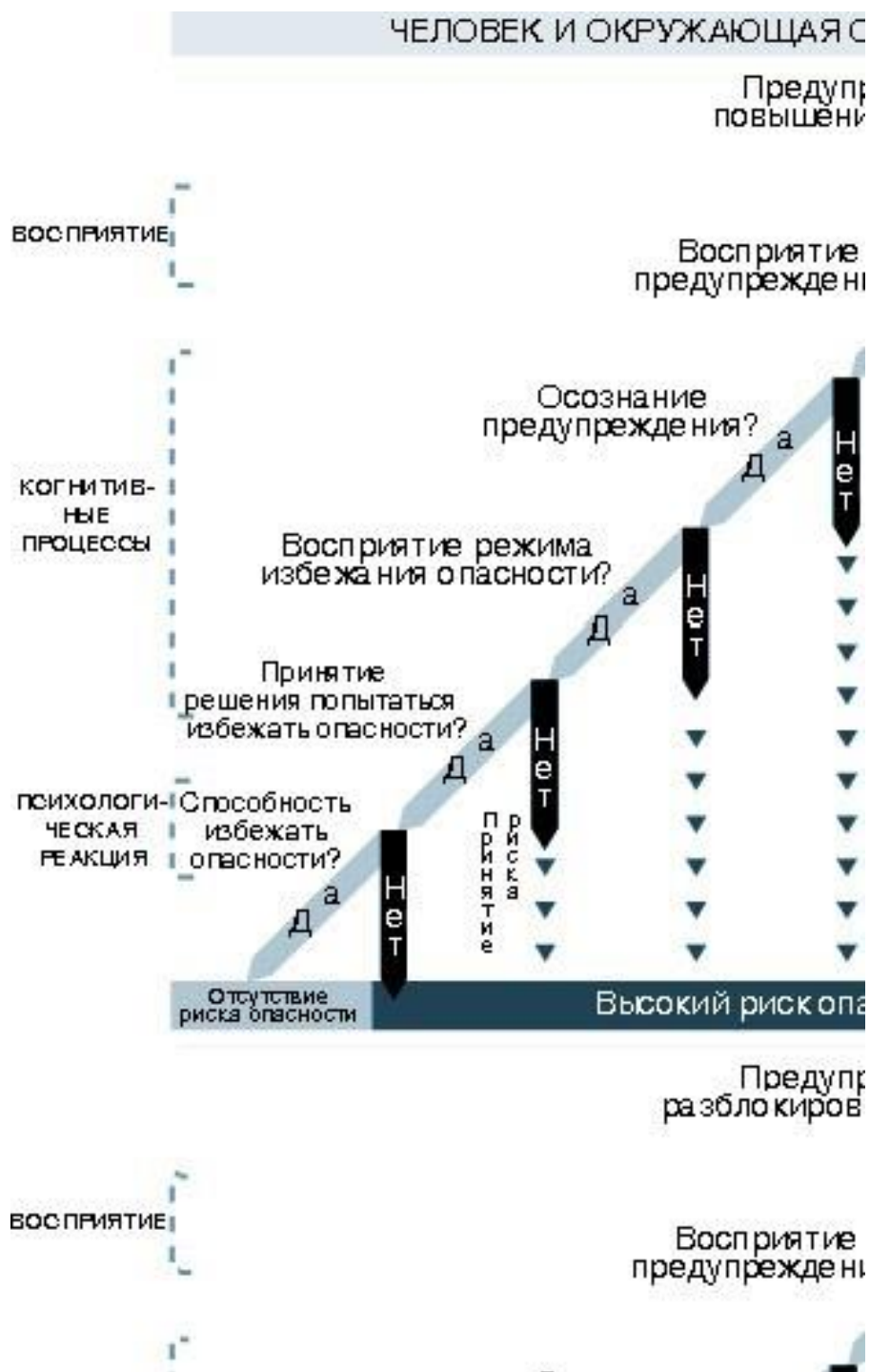


Рис. 2. Модель на основе последовательности [5]

Сурри предлагает рассматривать несчастный случай как результат ошибки, совершенной человеком в процессе взаимодействия с другими элементами ситуации, а именно, восприятия, обработки информации и принятия решений.

В соответствии с моделью Сурри, для предотвращения несчастных случаев необходимо анализировать качество обучения, наличие, качество и исправность индикаторов опасности (например, светофоров), психофизиологическое состояние и здоровье работников.

На наш взгляд, основной недостаток данной модели – чрезмерный акцент на когнитивных процессах. В соответствии с результатами исследования, проведенного нами на МТЗ, наибольший вклад в формирование риска несчастных случаев на

производстве вносят мотивационные и социально-психологические факторы [6]. Поэтому мы считаем, что наилучшей психологической моделью несчастных случаев является модель гомеостаза риска Дж. Уальда (G.J.S. Wilde) (рис 3.).

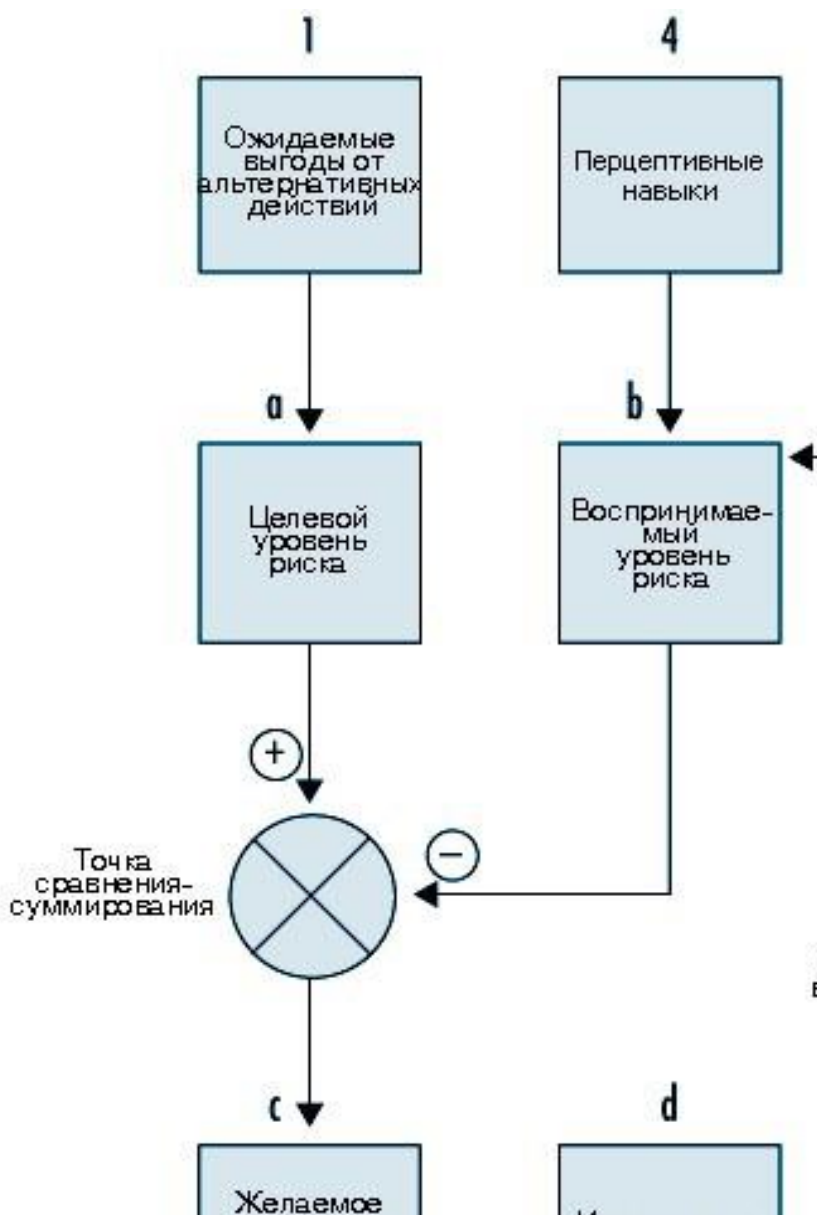


Рис. 3. Модель гомеостаза риска [7]

Модель гомеостаза риска рассматривает в качестве основной причины аварий и несчастных случаев поведение работников. Основные положения этой модели заключаются в следующем:

- 1) люди имеют индивидуальный целевой (предпочитаемый) уровень риска, который зависит от соотношения ожидаемых выгод и потерь от рискованного и безопасного поведения;
- 2) фактическая частота аварий и несчастных случаев является результатом саморегулируемого гомеостатического процесса, приводящего к равенству (гомеостазу) между воспринимаемым и целевыми уровнями риска;

3) долговременного повышения безопасности можно достичь только путем воздействия на целевой уровень риска [7]. Поэтому для повышения безопасности деятельности нужно выявить факторы, влияющие на целевой уровень риска и разработать методы воздействия на них.

Мониторинг безопасности, проводимый в соответствии с моделью Уальда, предполагает анализ существующих на предприятии систем оплаты труда, мотивации сотрудников, эргономичности средств индивидуальной и коллективной защиты, уровня склонности сотрудников к риску, их системы ценностей.

Так, существующие на предприятии программы оплаты труда зачастую стимулируют опасное поведение, например посредством премирования за повышение производительности труда, независимо от того, за счет чего она была достигнута.

Косвенным показателем целевого уровня риска, мотивации безопасного поведения является соблюдение работником требований безопасности. Систематическое наблюдение за поведением работников позволит проводить поощрение (например через систему премирования) не только за сам факт отсутствия аварий и травм, но и за соблюдение правил безопасности.

Важную роль в повышении мотивации безопасного поведения играют и социально-психологические факторы: взаимоотношения в коллективе, культура безопасности труда в подразделении и на предприятии в целом, социально-психологический климат, система ценностей и т.п.

### Заключение

В заключении следует отметить, что именно модель гомеостаза риска в наибольшей степени соответствует требованиям системного подхода к рассмотрению проблем безопасности социотехнических систем, поскольку она нацеливает исследователей, занимающихся проблемой мониторинга безопасности, анализировать те группы факторов, которые реально влияют на поведение человека, прежде всего учитывать не только индивидуально-психологические особенности индивида, но и социально-психологические особенности человека как личности.

### Список литературы

9. ГОСТ Р 53239-2008: Хранилища природных газов подземные. Правила мониторинга при создании и эксплуатации [Электронный ресурс] // Словарь-справочник терминов нормативно-технической документации. – Режим доступа: [https://normative\\_reference\\_dictionary.academic.ru/36961](https://normative_reference_dictionary.academic.ru/36961). – Дата доступа 01.11.2019.
10. Информационный бюллетень 4/2007: Нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве [Электронный ресурс] // Словарь-справочник терминов нормативно-технической документации. – Режим доступа: [https://normative\\_reference\\_dictionary.academic.ru/36961](https://normative_reference_dictionary.academic.ru/36961). – Дата доступа 01.11.2019.
11. Bakri, S.B.Z. Theory of accident causation and investigation. [Electronic resource] / S.B.Z. Bakri // Introduction to occupational health and safety. – Mode of access: <http://mgt1023ehs.files.wordpress.com/2014/09/4-2-theory-of-accident-causation-investigation-lecture-copy.pdf>. – Date of access 10.01.2018.
12. Saleem, A. Behavior Based Safety (BBS) Concept, implementation of STOPTM and driving improvements at Fu-jairah Independent Water and Power Plant. [Electronic resource] / A. Saleem – Mode of access: <https://slideplayer.com/slide/10620165>. – Date of access 15.09.2018.
13. Андерссон, Р. Модели несчастного случая на основе последовательности [Электронный ресурс] / Р. Андерссон // Энциклопедия по охране и безопасности труда

- [Электронный ресурс]. – Международная организация труда, 2000. – Режим доступа: <http://base.safework.ru/iloenc?d&nd=857100133&prevDoc=857100133&spack=110LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857000275%26listid%3D010000000100%26listpos%3D6%26lsz%3D13%26nd%3D857000275%26nh%3D1%26>. – Дата доступа 20.01.2018.
14. Яцкевич, А.Ю. О важности изучения социально-психологических факторов безопасности труда / А.Ю. Яцкевич, И.Г. Шупейко // Высшая школа. – 2014. – № 1. – С. 42 – 44.
15. Уальд, Дж. Модели несчастного случая: гомеостазис риска [Электронный ресурс] / Дж Уальд // Энциклопедия по охране и безопасности труда [Электронный ресурс]. – Международная организация труда, 2000. – Режим доступа: <http://base.safework.ru/iloenc?d&nd=857100130&prevDoc=857100130&spack=110LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857000275%26listid%3D010000000100%26listpos%3D4%26lsz%3D13%26nd%3D857000275%26nh%3D1%26>. – Дата доступа 20.01.2018.

#### References

22. GOST P 53239-2008: Khranilishcha prirodnykh gazov podzemnye. Pravila monitoringa pry sozdaniy i expluatatsyi [Electronic resource] // Slovar-spravochnik terminov normativno-tekhnicheskoy dockeymentatsyi. – Mode of access: [https://normative\\_reference\\_dictionary.academic.ru/36961](https://normative_reference_dictionary.academic.ru/36961). – Date of access 01.11.2019.
23. Informatsionnyi byulleten 4/2007: Normirovaniye, standartizatsiya i sertifikatsiya v stroitelstve [Electronic resource] // Slovar-spravochnik terminov normativno-tekhnicheskoy dockeymentatsyi. – Mode of access: [https://normative\\_reference\\_dictionary.academic.ru/36961](https://normative_reference_dictionary.academic.ru/36961). – Date of access 01.11.2019.
24. Bakri, S.B.Z. Theory of accident causation and investigation. [Electronic resource] / S.B.Z. Bakri // Introduction to occupational health and safety. – Mode of access: <http://mgt1023ehs.files.wordpress.com/2014/09/4-2-theory-of-accident-causation-investigation-lecture-copy.pdf>. – Date of access 10.01.2018.
25. Saleem, A. Behavior Based Safety (BBS) Concept, implementation of STOPTM and driving improvements at Fu-jairah Independent Water and Power Plant. [Electronic resource] / A. Saleem – Mode of access: <https://slideplayer.com/slide/10620165>. – Date of access 15.09.2018.
26. Andersson, R. Modely neschastnogo slychaya na osnove posledovatel'nosti [Electronic resource] / R. Andersson // Entsiklopediya po okhrane i bezopasnosti truda. – Mezhdunarodnaya organizatsiya truda, 2000. – Mode of access: <http://base.safework.ru/iloenc?d&nd=857100133&prevDoc=857100133&spack=110LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857000275%26listid%3D010000000100%26listpos%3D6%26lsz%3D13%26nd%3D857000275%26nh%3D1%26>. – Date of access: 20.01.2018.
27. Yatskevich, A.Y. O vaxhnosti izucheniya sotsialno-psikhologicheskikh factorov bezopasnosti truda / A.Y. Yatskevich, I.G. Shupeyko // Vysheyschaya shkola. – 2014. – № 1. – С. 42 – 44.
28. Wilde, G. Modely neschastnogo slychaya: gomeostazys riska [Electronic resource] / G. Wilde // Энциклопедия по охране и безопасности труда [Электронный ресурс]. – Entsiklopediya po okhrane i bezopasnosti truda. – Mezhdunarodnaya organizatsiya truda, 2000. – Mode of access: <http://base.safework.ru/iloenc?d&nd=857100130&prevDoc=857100130&spack=110LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857000275%26listid%3D010000000100%26listpos%3D4%26lsz%3D13%26nd%3D857000275%26nh%3D1%26>. – Дата доступа 20.01.2018.



#### Сведения об авторах

Яцкевич А.Ю., старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Шупейко И.Г., к.психол.н., доцент, доцент кафедры инженерной психологии и эргономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

#### Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь, г. Минск, ул. П. Бровки, д. 6, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
тел. +375-29-501-59-02;  
e-mail: [yatskevich@bsuir.by](mailto:yatskevich@bsuir.by);  
Яцкевич Алина Юрьевна

#### Information about the authors

Yatskevich A.Y., senior faculty of engineering psychology and ergonomics department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Shupeyko I.G., PhD, associate professor, associate professor of engineering psychology and ergonomics department of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

#### Address for correspondence

220013, Republic of Belarus, Minsk, P. Brovka st., 6, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics  
tel. +375-29-501-59-02;  
e-mail: [yatskevich@bsuir.by](mailto:yatskevich@bsuir.by);  
Yatskevich Alina Yurievna