

УДК 629.7;629.95; 656.085.22

ББК 39.5

Н635

Н. И. Николайкин

Москва, Россия

З. В. Пожелуева

Москва, Россия

Е. Ю. Старков

Москва, Россия

В. В. Цетлин

Москва, Россия

С. А. Савчуков

Москва, Россия

ГЕО-ГЕЛИОМАГНИТНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И БЕЗОПАСНОСТЬ АВИАПЕРЕВОЗОК

В статье проанализирована статистическая информация о росте авиаперевозок и количестве авиационных происшествий за последние 10 лет на фоне главных глобальных вызовов современности для развития гражданской авиации в мире. Рост интенсивности авиаперевозок вызывает повышенное внимание к необходимости снижения опасности путём уменьшения влияния «человеческого фактора». Анализ статистических данных по всем типам воздушных судов России показал, что аварии и катастрофы чаще происходят с самолетами, включая самолеты авиации общего назначения, аэростаты, гиропланы, сверхлёгкие самолёты. Приводятся примеры характерных авиационных происшествий за последнее десятилетие, связанных с действиями экипажей. По материалам официальных расследований анализируются их причины.

Показано, что для обеспечения безопасности полетов необходима разработка новых методов оценки ее уровня, формирование теоретических основ сохранения летной годности и обеспечения безопасности. Человек наиболее приспособляющаяся часть авиационной системы, но он же является наиболее открытым для внешних воздействий, неблагоприятно влияющих на его поведение и на работу.

В статье описан ход и результаты проведенного эксперимента, в котором с помощью лабораторных иономеров в течение суток фиксировалось изменение окислительных свойств специально подготовленной (очищенной) воды, помещенной в стандартную электрохимическую ячейку. Показано влияние возмущений гелио-геофизических факторов окружающей среды на некоторые свойства воды, достоверно регистрируемые в экспериментальных ячейках. Сделан вывод о наличии их определенного влияния на поведение человека, а также на возможные отклонения в его поведении.

Ключевые слова: безопасность полётов; авиационное происшествие; человеческий фактор; гелиофизические факторы; геофизические факторы; опасность.

N. I. Nikolaykin

Moscow, Russia

Z.V. Pozheluyeva

Moscow, Russia

E.Yu. Starkov

Moscow, Russia

V.V. Tsetlin

Moscow, Russia

S.A. Savchukov

Moscow, Russia

GEO-HELIOMAGNETIC INFLUENCE ON A HUMAN BODY

AND AIR TRANSPORTATION SAFETY

The article analyzes statistical information on air transportation growth and the number of aviation incidents over the last 10 years against the present global challenges for development of the world civil aviation. The growth of air transportation intensity draws special attention to danger decrease by reduction of "a human factor" influence. The statistical data analysis of all Russian aircraft types showed that incidents and accidents happened more often to airplanes, including general aviation planes, aerostats, autogyros, ultralight planes. The examples of typical aviation incidents for the last decade connected with the crew's actions are given. On materials of official investigations, their reasons are analyzed.

It is shown that flight operation safety requires the development of new methods of its assessment, formation of theoretical fundamentals of continuing airworthiness and accidents prevention. A human is the most adapting part of aviation system, but he is the most open for the external impacts that can influence his behavior.

The article describes procedure and results of the experiment in which, by means of laboratory ionomers, the change of oxidizing properties of specially prepared (cleared) water placed in a standard electrochemical cell was registered within a day. It is shown how geo-heliophysical environmental perturbations influence some water properties which are authentically registered in experimental cells. The article concludes that there is their certain influence on a person's behavior and also on his possible behavior deviations.

Keywords: flights safety; aviation incident; human factor; heliophysical factors; geophysical factors; danger

ВВЕДЕНИЕ (постановка проблемы в общем виде)

Транспорту важная роль была отведена с давних времен у всех народов, населяющих нашу планету. В настоящее время значение средств передвижения неосизмеримо выросло, существование любой страны невозможно без развитой и мощной системы транспорта. Двадцатый век ознаменовался гигантскими преобразованиями во всех сферах человеческой деятельности, не стал исключением и

воздушный транспорт. Рост населения планеты, увеличение количества потребляемых материальных ресурсов, урбанизация, социальные, политические и многие другие факторы, как давно известно [Николайкин, Николайкина, 2000], способствовали этому. Ещё недавно воздушный транспорт (ВТ) в транспортной отрасли играл второстепенные роли, однако в двадцать первом веке гражданская авиация (ГА) переживает небывалый ранее рост объемов своей деятельности. В наши дни на долю ВТ приходится 41,5 % от общего пассажирооборота всех видов транспорта России, что в практически в 2 раза больше, чем было в 1990 г. (рис. 1).

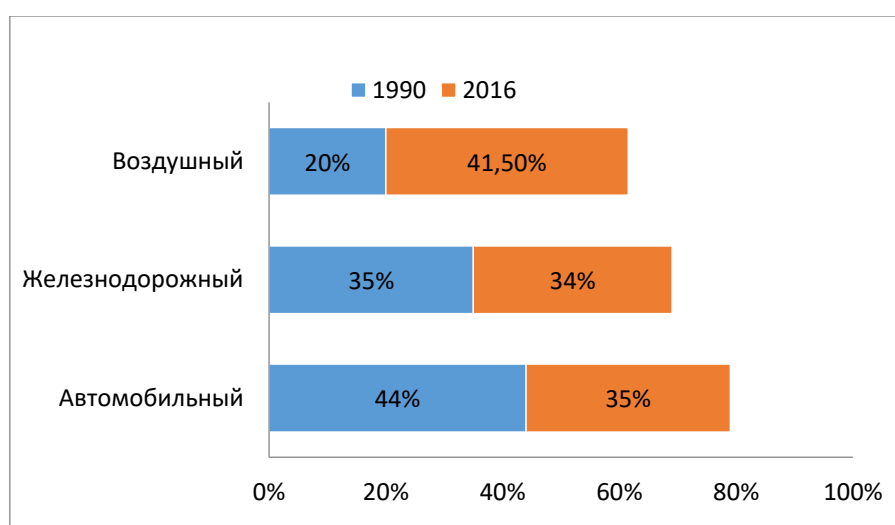


Рис. 1. Рост пассажирооборота в РФ по основным видам транспорта за последнюю четверть века [Космические новости, URL:

<http://news.cosmoport.com/2001/05/11/8.htm>]

Воздушный транспорт активно развивается во всём Море. В современных условиях он является одним из наиболее востребованных средств передвижения, объём авиаперевозок за последние два десятилетия рос (рис. 2).

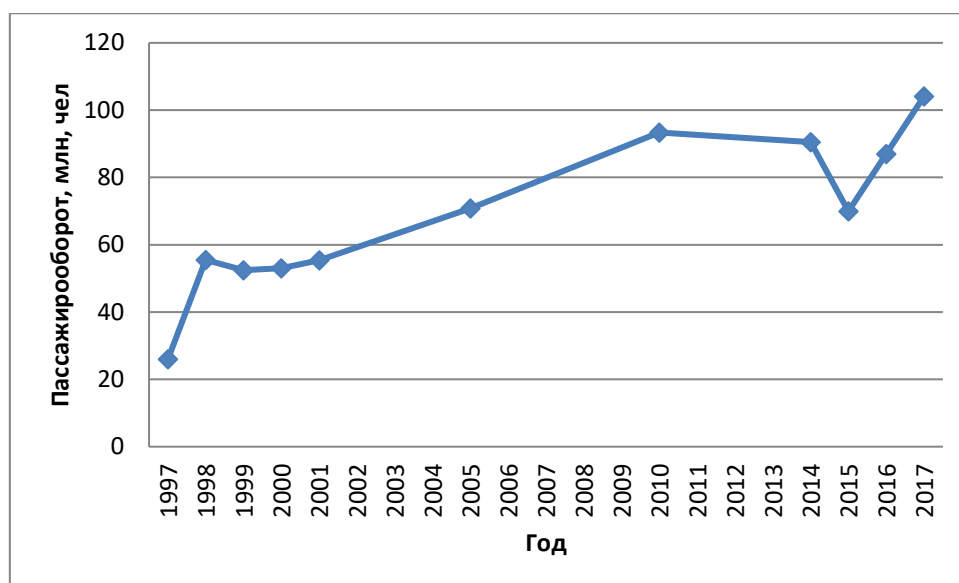


Рис.к 2. Динамика роста пассажирооборота, по данным [Космические новости, URL: <http://news.cosmoport.com/2001/05/11/8.htm>; Статистика. Пассажирских перевозок на Российских Авиалиниях: Статистика 2014...2017гг. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.avia-adv.ru/placement/in-flight/passenger-traffic.htm>]

Воздушный транспорт (ВТ) имеет ряд неоспоримых преимуществ. Прежде всего, он высокоскоростной. Авиация является наиболее технологически совершенным видом транспорта. Она не нуждается в дорогах и не боится различных препятствий, современные авиалинии обеспечивают беспосадочные перелеты на значительные расстояния. При этом достигается высокая маневренность при организации перевозок пассажиров.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экологические проблемы [Николайкин, 2000] деятельности авиации, выдвигавшиеся Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) [Николайкин, 2013] на первое место во второй половине XX века [Николайкин, 2006], в начале XXI века уже признаны практически решенными и перед воздушным транспортом ИКАО сформулированы иные проблемы, а именно, снизить шум самолетов [Мельников, Большунов, Николайкин, 2010], решить «наземные» задачи охраны окружающей среды от стационарных объектов ГА [Николайкин, Старков, 2016], перевести воздушные суда на нефтяные виды авиатоплива [Николайкин, Мельников, Большунов, 2010].

Среди главных глобальных вызовов современности для развития ГА во всём мире является *«противоречие между прогнозируемым повышением объёма авиатransпортов и необходимостью снижения экологического воздействия авиации на окружающую среду»*. Таково мнение, опубликованное специалистами Национального Исследовательского Центра «Институт имени Н. Е. Жуковского» [Дутов, Клочков, Рождественская, 2017].

Рост интенсивности производственных процессов вызывает повышенное внимание к необходимости снижения опасности [Худяков, Николайкин, Андрусов, 2017] и уменьшения ошибок работников [Иванов, Кузнецов, Николайкин, Шаров, 2017], то есть к так называемому «человеческому фактору» (ЧФ) [Руководство по обучению в области человеческого фактора. Doc 9683-AN. – изд. 1-е. – ИКАО, URL: <http://airspot.ru/library/book/icao-doc-9683-rukovodstvo-po-obucheniyu-v-oblasti-chelovecheskogo-faktora-ikao>]. Просчёты людей нарушают технологические процессы, приводят к авариям, катастрофам [Николайкин, Рыбалкина, 2009], а в итоге являются первопричинами аварийно-залпового негативного воздействия на экосистемы окружающей среды [Николайкин, Старков, 2015], к снижению уровня комплексной и, в частности, экологической [Николайкин, Николайкина, Мелехова, 2018] безопасности в полном жизненном цикле авиатransпортов [Николайкин, 2006], тогда как важнейшим фактором перехода к «устойчивому развитию» продолжает оставаться образование, что убедительно показано в работе [Тарасова, Ягодин, Николайкин, Николайкина, 2000].

Авиационные происшествия (АП) практически никогда не происходят вследствие какой-либо отдельной причины [Худяков, Николайкин, 2009]. Они происходят как результат нескольких взаимосвязанных последовательных отклонений. В отдельности, эти отклонения могут быть не очень существенными, но в совокупности друг с другом они способны составить последовательность внешне не связанных друг с другом событий, которые приводят к серьёзным негативным последствиям, к инцидентам или, даже, к авиационному происшествию. Влияние АП на экосистемы окружающую среду, что показано в работе [Николайкин, Старков, 2014], следует изучать подробнее [Николайкин, Худяков,

2012], уникальная и, на настоящее время, единственная модель воздействия АП на экосистемы места происшествия приведена в работе [Николайкин, Старков, 2016]. Следовательно, для предотвращения авиационных происшествий необходимо выявлять и устранять все такие «незначительные» причины, прогнозировать и предупреждать АП, что позволит уменьшить комплексную опасность авиаперевозок, как показано в [Макаров, Николайкин, 2012].

На безопасность полетов большое влияние оказывает поведение и свойства людей – «человеческий фактор» (ЧФ), характеризуемый обученностью и безошибочностью действий летных экипажей, персонала управления и специальных служб. По статистике авиационных происшествий Международной организации гражданской авиации (ИКАО) [Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по техническому обслуживанию воздушных судов: Документ ИКАО Doc 9824-AN/450. – ИКАО, 2003] наибольшую потенциальную опасность в ГА формируют не сбои в технике, а ЧФ [Роль человеческого фактора при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов / Человеческий фактор: сб. материалов № 12. Циркуляр ИКАО № 253 – AN/151, 1995]. Так, в частности, коэффициент значимости человеческого фактора, используемого по рекомендациям [Махутов, Ахметханов, Дубинин, Куксова, 2014], института машиноведения имени А. А. Благонравова (ИМАШ РАН) для расчётов вероятности аварии и катастроф в ГА, равен примерно 0,65, а на автомобильном транспорте – 0,80.

Кроме ЧФ, безусловно, безопасность зависит от технического состояния систем самолета и его агрегатов, а также внешних условий, к которым относятся неблагоприятные [Николайкин, Худяков, 2012].

Необходимость обеспечения безопасности полетов обусловила поиск и разработку новых методов оценки ее уровня, формирования теоретических основ сохранения летной годности и обеспечения безопасности полетов [Зубков, Прозоров, 2012]. Важно, что во всех исследованиях в сфере анализа уровня безопасности любого вида, в явном или неявном виде всегда присутствует оценка вклада ЧФ как одного из важнейших аспектов, определяющих безопасность.

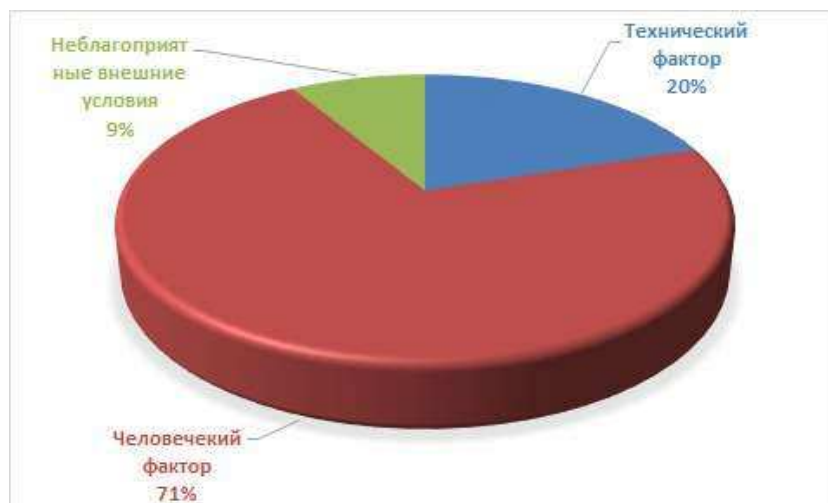


Рис. 3. Соотношение основных факторов, влияющих на безопасность полетов, по данным статистики АП за последнее десятилетие, по данным [Расследование авиационных происшествий на воздушном транспорте. Расследования. МАК, 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://mak-iac.org/rassledovaniya/>]

Обеспечение безопасности зависит от сочетания многообразных факторов на всем протяжении жизненного цикла техники от проектирования до её эксплуатации. Главный показатель авиации «безопасность полетов» (БП) на этапе её эксплуатации связан с подготовкой авиатехники (АТ) в процессе её ТО на земле, то есть с *«комплексом производственных процессов, обеспечивающих функционирование ВТ»* [Смирнов, Чинючин, 2015].

Таким образом, основной современной задачей обеспечения комплексной безопасности является уменьшение влияния ЧФ на уровень травматизма, аварий и катастроф. К сожалению, многие аспекты и возможности управления ЧФ для обеспечения безопасности пока в полной мере не изучены и не учитываются в практической деятельности ГА.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Обеспечение безопасности полетов (БП) на современном уровне развития авиации является сложной и актуальной проблемой. От уровня БП зависит как жизнь пассажиров и экипажей, так и эффективность экономической деятельности ВТ. Поэтому требования к обеспечению безопасности полетов становятся все более жесткими. На воздушном транспорте должны быть приняты и в настоящее

время принимаются всевозможные меры для того, чтобы полет не представлял опасности для людей.

Безопасность в авиации обеспечивается проведением комплекса мероприятий, например, таких как: определение строгой регламентации процессов проектирования, постройки, испытания и сертификации воздушных судов, авиационных двигателей и оборудования; установление полного перечня технических требований безопасности и нормативов к характеристикам воздушных судов, их элементам, системам, агрегатам и оборудованию; создание системы технической эксплуатации воздушных судов с перечнем обязательных правил по их подготовке и обслуживанию; формирование правил организации управления воздушным движением; определение порядка работы метеослужб, обеспечивающих авиационное движение; создание системы расследования и учета авиапроисшествий [Зубков, Прозоров, 2012]. Однако реализация перечисленных мероприятий пока не обеспечивает [Николайкин, Рыбалкина, 2009] абсолютную безопасность в авиации.

Современное понимание безопасности в ГА отражено в основных нормативно-технических документах ИКАО, в частности, в Приложении 19 к Чикагской конвенции о Международной гражданской авиации. В современном понимании *«безопасность полетов – это состояние, при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, относящейся к эксплуатации воздушных судов или непосредственно обеспечивающей такую эксплуатацию, снижены до приемлемого уровня и контролируются»*.

Целью данной работы является определение причин «сбоев» (внешнего влияния) на поведение людей, обслуживающих авиатехнику и управляющих ею в полёте, для разработки в дальнейшем дополнительных элементов информационного блока системы управления безопасностью полетов (СУБП).

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА» НА БЕЗОПАСНОСТЬ

Острота и значимость проблемы обеспечения безопасности полетов значительно повысилась в последнее время. На фоне неуклонного роста интенсивности авиаперевозок в РФ и СНГ (см. *рис. 2*) последние 10 лет наблюдается значительный рост авиационных происшествий в коммерческой и в авиации общего назначения (*рис. 4*).

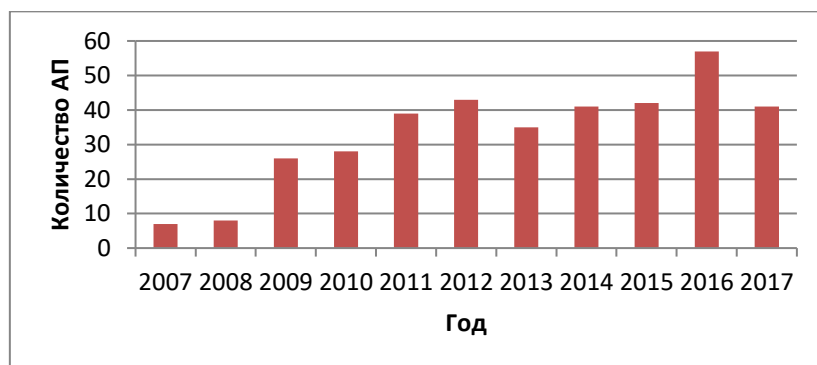


Рис. 4. Динамика изменения в коммерческой и в авиации общего назначения количества авиационных происшествий за последнее десятилетие, по данным МАК [Расследование авиационных происшествий на воздушном транспорте.

Расследования. МАК, 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://mak-iac.org/rassledovaniya/>]

Сложность проблемы обеспечения БП заключается в том, что её уровень зависит от многих факторов, которые проявляются на всех стадиях жизненного цикла авиатехники [Николайкин, 2006] от этапа проектирования через этап производства и до этапа эксплуатации авиационной техники в процессе перевозки пассажиров и грузов организациями гражданской авиации.

В отчете Межгосударственного авиационного комитета (МАК) в 2016 г. [Расследование авиационных происшествий на воздушном транспорте. Расследования. МАК, 2016, URL: <http://mak-iac.org/rassledovaniya/>] указано, что за период 2012-2016 гг. относительные показатели аварийности в гражданской авиации государств-участников Соглашения по всем авиационным происшествиям (АП) и катастрофам, а также по авиационным происшествиям и катастрофам без учёта авиации общего назначения (АОН) являются худшими (*рис. 5*). По состоянию на конец 2017 г. в ГА РФ произошло 41 АП, в том числе 21 катастрофа с гибелью

88 человек. К АОН за тот же период относится 70 % АП, и на долю АОН пришлось 62 % погибших.

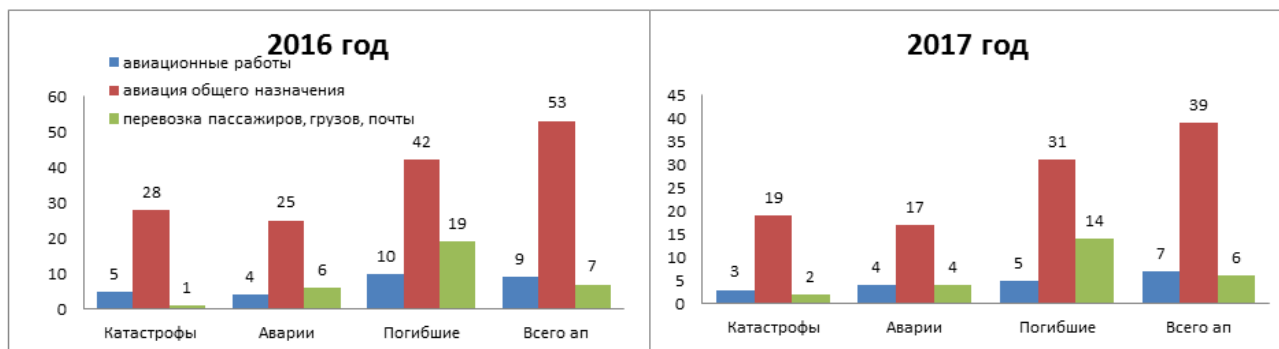


Рис. 5. Сравнение показателей безопасности полетов в ГА РФ за последние годы [Предварительные результаты деятельности ГА РФ в 2017 году, 2018]

Анализ статистических данные по всем типам вертолётов и самолётов ГА показывает, что аварии и катастрофы чаще происходят с самолетами, включая самолеты АОН, аэростатами, гиропланами, сверхлегкими ВС (рисунок 6).

Анализ авиационных происшествий с самолетами (с учётом гидропланов, аэростатов, паропланов, дельтапланов), произошедших за последние двадцать лет, выявил, что чаще АП происходят с воздушными судами с максимальной взлетной массой меньше 10 тонн. Это, в частности, обусловлено, тем, что подобные небольшие воздушные суда не имеют систем дублирования и недостаточно совершенны по своим техническим характеристикам или летательные аппараты, не имеющие двигателя (аэростаты, гиропланы, дельтапланы, паропланы), по сравнению с самолетами, максимальная взлетная масса, которых более 10 тонн, по данным МАК (рис. 7).



Рис. 6. Соотношение количества авиационных происшествий между типами воздушных судов по данным МАК [Расследование авиационных происшествий на воздушном транспорте. Расследования. МАК, 2016, URL: <http://mak-iac.org/rassledovaniya/>]

Ошибка человека имеет определенные последствия при любой его деятельности. В ГА учёт «человеческого фактора» традиционно проводился при анализе работе летного экипажа, позже его стали применять в анализе работы диспетчеров управления воздушным движением. Относительно недавно аспекты ЧФ стали рассматривать, изучая причин ошибок персонала, проводящего техническое обслуживание авиатехники и подготовку к полетам.

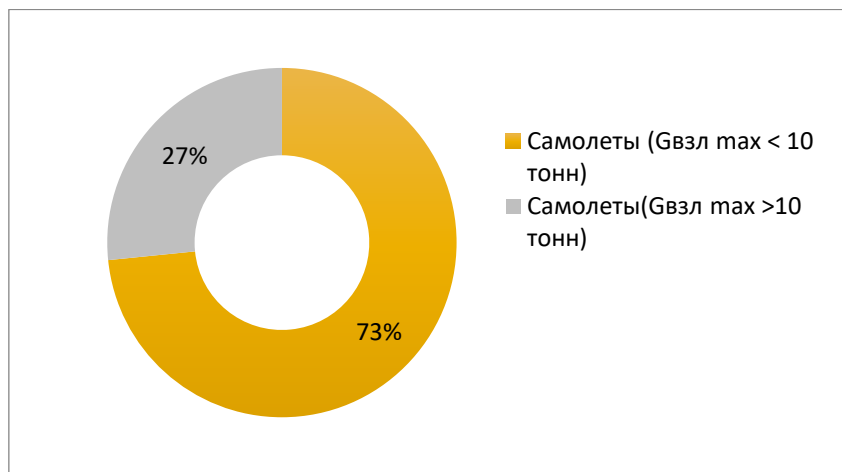


Рис. 7. Количество АП с гражданскими ВС РФ и СНГ, за последние 10 лет, включая аэростаты, парaplаны, дельтапланы, гидропланы по данным [Расследование авиационных происшествий на воздушном транспорте. Расследования. МАК, 2016, URL: <http://mak-iac.org/rassledovaniya/>]

Термин «человеческий фактор» (ЧФ) – это специфическое условное обозначение роли человека в системе социальных, экономических, производственных, научно-технических, организационно-управленческих и прочих отношений; всего того, что относится к человеку как к субъекту деятельности в разных сферах общественной жизни. ЧФ – основной компонент процесса ускорения социально-экономического развития общества. Термином ЧФ характеризуют людей в той обстановке, в которой они живут и трудятся, взаимодействуя с машинами,

процедурами и окружающей обстановкой, а также взаимодействуют между собой.

Человек является наиболее подвижной и приспособляющейся частью (элементом) авиационной системы, однако он является наиболее открытым для внешних влияний, которые могут неблагоприятно воздействовать на его поведение и на работу. Длительное время существовала тенденция объяснять большую часть произошедших аварий и большинство катастроф как просто результат ошибок человека. Термин «ошибка человека» мало полезен для повышения уровня безопасности впредь. Так можно только отметить место, где в системе произошел сбой, но этим термином невозможно объяснить причину сбоя.

В каждый момент жизни человека работоспособность определяется воздействием разнообразных внешних и внутренних факторов и не только в отдельности, но и в их сочетании. Эти факторы можно разделить на три основные группы:

1-я – физиологические факторы – состояние здоровья, сердечно-сосудистой системы, дыхательной систем и другие;

2-я – внешние физические факторы – степень и характер освещенности помещения, температура воздуха, уровень шума и другие;

3-я – психические факторы – самочувствие, настроение, мотивация и др.

Работоспособность определяется как способность человека к выполнению конкретной умственной деятельности в рамках заданных временных лимитов и параметров эффективности.

Проведенный анализ отчетов, составленных по результатам расследования авиационных происшествий Межгосударственным авиационным комитетом (МАК), позволил выявить ряд случаев, где нет объяснения причин, по которым человек совершал те или иные ошибки.

Характерным является следующий пример авиационного происшествия (АП), о котором МАКом опубликован отчет о результатах расследования [Расследование авиационных происшествий на воздушном транспорте. Расследования. МАК, 2016, URL: <http://mak-iac.org/rassledovaniya/>]. В отчёте сформулиро-

вана следующая официальная причина АП *«потеря пилотом-инструктором работоспособности в полёте, что привело к неконтролируемому воздействию на органы управления, появлению значительного крена и вертикальной скорости снижения»*. Эта катастрофа (с 2-мя погибшими) произошла с самолетом Р2002 «Sierra» в учебно-тренировочном полете, 03.12.2011, днем в 10:48 UTC (14:48 местного времени) в Аксайском районе Ростовской области, 1,2 км севернее населенного пункта Нижнеподпольный с координатами места АП: 47° 12.426' сш; 040° 00.254' вд. Другие 5 подобных случаев АП с неопределенным описанием в материалах расследований МАК причин мало понятных действий экипажей приведены в работе [Николайкин, Цетлин, Савчуков, Пожелуева, Старков, 2017].

В отчётах МАК по расследованию без объяснения и даже без каких-либо предположений причин их возникновения часто приводятся следующие формулировки причин АП:

- непреднамеренное выключение или не включение той или иной системы или двигателей;
- несвоевременное принятие решения или запоздалые действия;
- пропуск экипажем, при заходе на посадку, стандартной операции по выпуску шасси;
- потеря пространственной ориентировки экипажем;
- потеря работоспособности;
- не распознавание экипажем факта отключения автопилота;
- отсутствие реакции и требуемых действий на предупреждение системы EGPWS (Enhanced Ground Proximity Warning System – улучшенная система предупреждения о приближении к земле).

В Институте медико-биологических проблем Российской академии наук (ИМБП РАН, Москва) уже много лет проводятся исследования степени биотропности воздействия гео- гелиофизических факторов окружающей среды на водную среду и на полупроводниковые элементы, при этом используется метод,

применяемый в электрохимической амперометрии. Полученные там многочисленные результаты позволяют предположить, что помимо традиционных физических факторов производственной среды, воздействующих на работника (температура, влажность, скорость потока воздуха), имеет место существование гео-гелиомагнитного воздействия на организм, связанное с кратковременным (на несколько секунд) изменением электрохимических свойств воды, важного компонента организма человека.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

1. Экспериментальная установка

Для изучения влияния гео- и гелиофизических факторов на свойства воды была использована экспериментальная установка (*рис. 8 и 9*), с помощью которой с использованием лабораторных иономеров в течение суток в бюксах со специально подготовленной водой измерялись некоторые характеристики воды и фиксировались все отклонения в величинах электрических токов, водородного показателя pH , и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП).

2. Электрохимическая водная ячейка

Для экспериментов по изучению изменения свойств воды использовалась электрохимическая ячейка, выполненная в стандартной бюксе (баночка с притертой пробкой) цилиндрической формы из органического стекла (*рис. 10*), обычного стекла, или жаропрочного стекла (*рис. 11*) марки *Pyrex* (пирексное стекло), диаметром 35 мм и высотой – 50 мм.

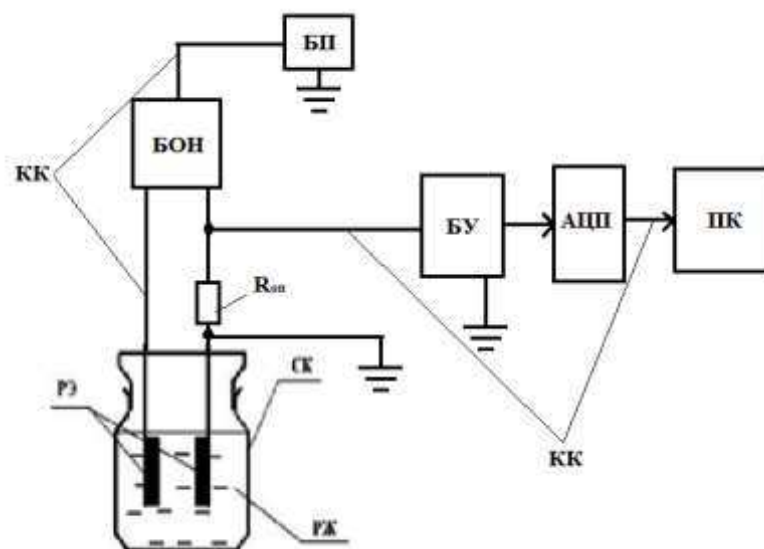


Рис. 8. Принципиальная схема экспериментальной установки:

РЖ – рабочая жидкость; СК – стеклянная камера (бюкс); РЭ – рабочие электроды; БОН – блок опорного напряжения; БУ – блок усиления; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ПК – персональный компьютер; $R_{оп}$ – опорное сопротивление; КК – контактные кабели

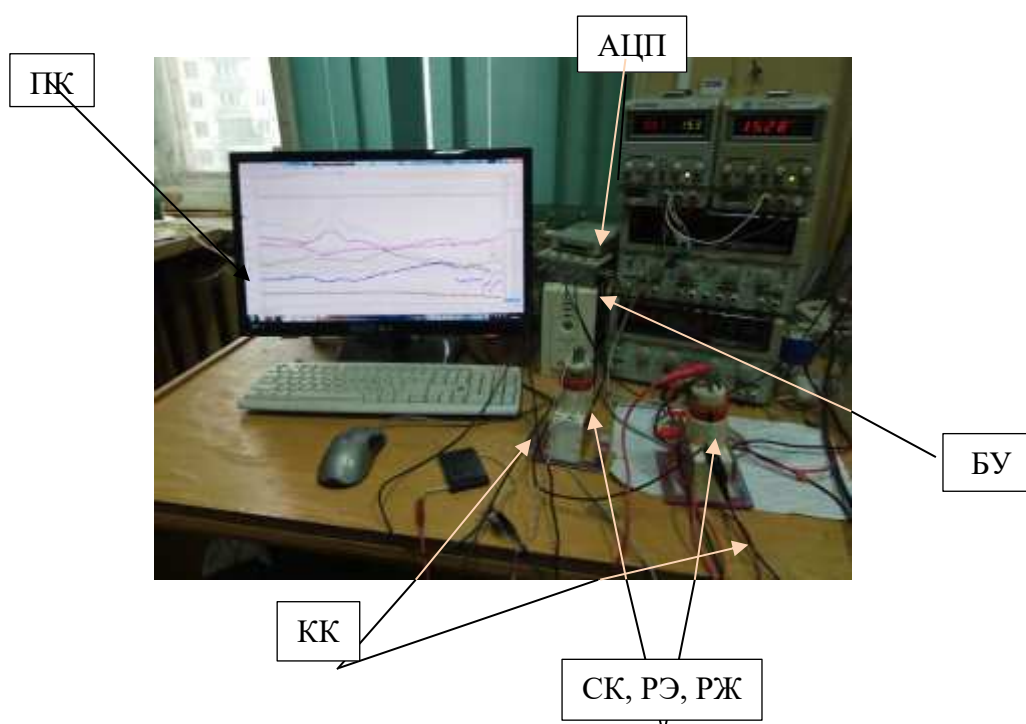


Рис. 9. Внешний вид экспериментальной установки
(условные обозначения см. на рис. 8)



Рис. 10. Внешний вид стандартных цилиндрических бюксов

В притёртую пробку (крышку) бюксы вмонтированы два электрода в виде пластин 20 х 20 х 1 мм, изготовленных из нержавеющей стали. На электроды ячейки подавалось постоянное напряжение 2 ... 2,5 В, которое стабилизировалось с погрешностью $\pm 0,5$ % от установленного значения. Стекло *Pyrex* очень устойчиво к резким температурным перепадам в сочетании с высокой химической стойкостью к воздействию кислот, щелочей и органических растворителей, что обеспечивает в экспериментах наиболее точные результаты.



Рис. 11. Внешний вид электрохимической ячейки
в бюксе из стекла *Pyrex*

3. Подготовка воды

На первом этапе экспериментальной части работы один раз примерно в 6 месяцев проводилась подготовка воды (очистка) и создание её запаса. Бидистилли-

рованная вода проходила дополнительную очистку (рис. 12) с помощью установки получения деионизированной воды методом ионного обмена (изготовленной компанией ООО «Гидротех»).



Рис. 12 (10). Внешний вид ионообменного фильтра:

1 – корпус установки; 2 – патрон с ионообменной смолой – фильтрующей загрузкой; 3 – подвод/отвод воды

Ионообменный фильтр – корпусное устройство для удаления нежелательных ионов-примесей из водных растворов. Вода, проходящая через него, освобождается от ионов различных соединений, загрязняющих воду и являющихся нежелательными примесями. Корпус ионообменного фильтра представлял собой 4 углепластиковые армированные колбы (см. рис. 12), с внутренней и внешней обвязкой водоподводящих трубок, отверстиями для засыпки фильтрующей загрузки и, при необходимости, для монтажа управляющей автоматики. На каждой из 4-х ступеней очистки использовались картриджи с фильтрующей загрузкой (с разными ионообменными смолами со специальными характеристиками), обеспечивающими извлечение из воды (очистку) от различных примесей. В фильтре использовались такие виды ионообменных смол как катионит КУ-2-8ЧС (особо чистое производное катионита КУ-2-8) и нионит АВ-17-8ЧС.

Использованный для подготовки воды ионообменный фильтр имел также набор трубок, клапанов и реле, используемых для подвода/отвода воды и регенерирующих растворов, обеспечивающих возможность автоматической работы системы водоподготовки.

Для дальнейших экспериментов по изучению изменения свойств воды велась специальная подготовка воды и после очистки получалась вода с удельной проводимостью $0,30 \pm 0,01$ мСм/см¹, что соответствовало чистоте воды = 99,99 %. Проводимость воды постоянно контролировалась на выходе из фильтра, отбор воды начинался после достижения требуемого показателя удельной проводимости. Стабильный режим получения воды требуемого качества начинался через 1,5 ... 2 часа, после чего производился отбор воды в чистую емкость для дальнейшего использования. Перед итоговым заполнением экспериментальных ячеек подготовленной водой производилась тщательная очистка колбочек ячеек и трехкратное споласкивание ячеек специально подготовленной водой.

4. *Ход эксперимента*

В процессе эксперимента на электроды электрохимической ячейки подавалось опорное напряжение постоянного тока для чего использовался аналого-цифровой преобразователь (АЦП) – устройство, преобразующее непрерывно-изменяющуюся во времени физическую величину в эквивалентные ей значения цифровых кодов (см. *рис. 9*). В экспериментальной установке аналоговыми величинами являлись напряжение и ток. Используемый в экспериментах блок АЦП функционально состоял из собственно АЦП и источника опорного напряжения. Прочие вспомогательные электронные устройства (стабилизаторы напряжения, источник бесперебойного питания и др.), необходимые для работы экспериментальной установки, показаны на *рис. 13*.

¹ мСм/см – миллсиemens на сантиметр. Сіменс (См) – единица измерения [электрической проводимости](#) в [Международной системе единиц \(СИ\)](#), величина, обратная [Ому](#). По определению Сіменс равен электрической проводимости проводника, сопротивление которого составляет 1 Ом

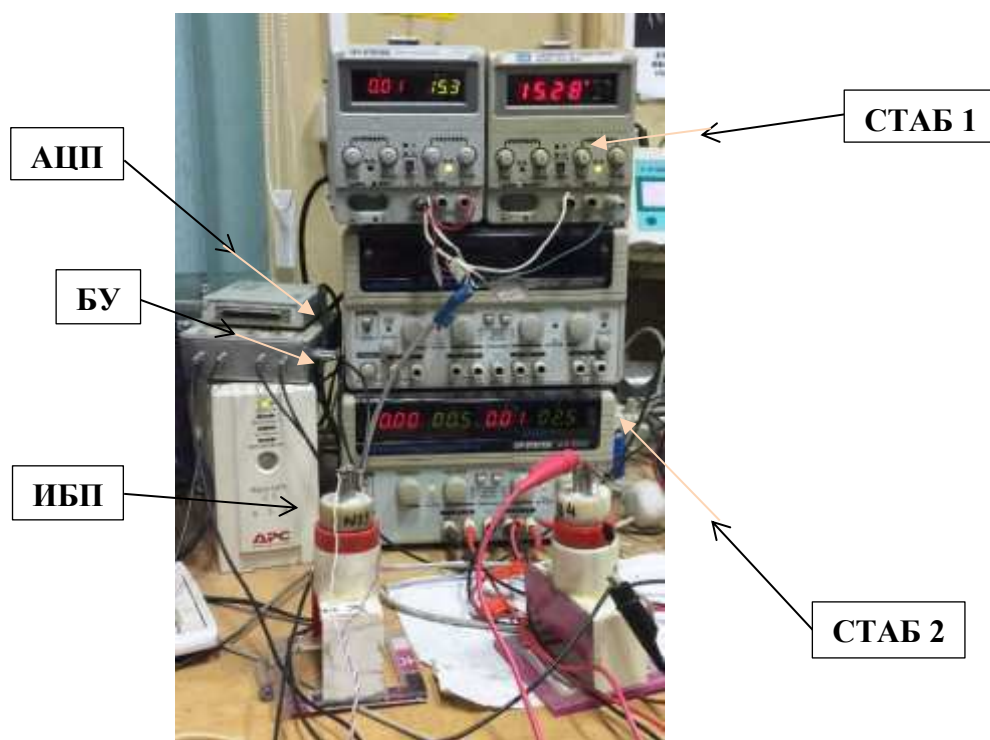


Рис. 13. Внешний вид вспомогательного блока электроники:

СТАБ 1 – стабилизатор напряжения электропитания усилителя;

СТАБ 2 – стабилизатор опорного напряжения, подаваемого в рабочие ячейки;

ИБП – источник бесперебойного питания; БУ – блок усиления;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

Напряжение на опорном сопротивлении (позволявшее оценивать изменение величины тока между электродами электрохимической ячейки), поступало в блок усиления, далее в АЦП преобразовалось из аналогового вида в цифровой код и выводилась на экран монитора персонального компьютера (рис. 14) в виде графика зависимости той или иной величины от текущего времени.

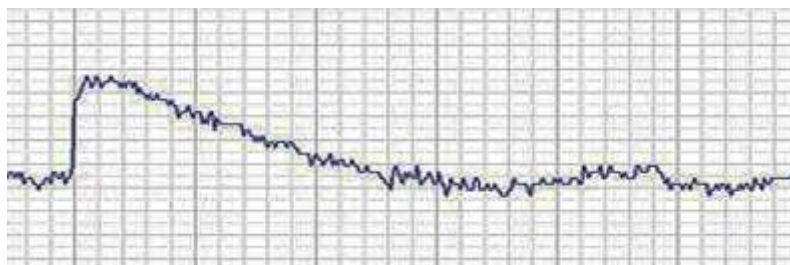


Рис. 14. Зависимость силы тока через электрохимическую ячейку от времени

(по вертикальной оси – величина напряжения на опорном сопротивлении;

по горизонтальной оси – время) на мониторе ноутбука

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе эксперимента измерялись свойства воды и за сутки фиксировались отклонения в величинах следующих показателей:

1. Электрические токи в водных электрохимических ячейках. В проводящих жидкостях (вода относится к ним) свободными носителями зарядов являются положительные и отрицательные ионы. При помещении в жидкость электродов, подключенных к источнику тока, эти ионы начинают движение [Глинка, 2011]. Отрицательно заряженные ионы двигаются к положительному электроду (аноду – электроду, подключенному к положительному полюсу источника тока), положительные – соответственно, к отрицательному (катоде – электроду, подключенному к отрицательному полюсу источника). Таким образом по замкнутой электрической цепи течёт ток с ионной проводимостью в жидкостях (носителями заряда являются ионы). При прохождении тока через раствор электролита на электродах происходит электролиз – окислительно-восстановительные реакции с выделением (часто с осаждением) веществ, на аноде происходит реакция окисления, на катоде – реакция восстановления.

2. Водородный показатель pH . Это мера активности (в очень разбавленных растворах эквивалентна концентрации) ионов водорода в растворе, количественно выражающая его кислотность, вычисляется как отрицательный (взятый с обратным знаком) десятичный логарифм активности водородных ионов, $pH = -\lg[H^+]$, выраженной в молях на 1 литр. В чистой воде при 22 °С концентрации ионов водорода ($[H^+]$) и гидроксид-ионов ($[OH^-]$) одинаковы и составляют 10^{-7} моль/л.

Показатель pH важен в процессах в жидкой фазе [Глинка, 2011; Некрасов, 1973], так как ионы водорода и гидроксильной группы участвуют во многих из этих процессов и являются гомогенными катализаторами ряда реакций. Для биохимических реакций в организмах кислотность реакционной среды играет особую роль. Ионы водорода влияют на свойства и биологическую активность белков, следовательно, поддержание кислотно-основного гомеостаза является задачей исключительной важности для нормального функционирования организма.

В человеческом организме в различных органах водородный показатель различен.

3. Окислительно-восстановительный потенциал. Интенсивность присоединения или отдачи электронов различными ионами измеряется окислительно-восстановительным редокс-потенциалом (ОВП). Величина редокс-потенциала определяется электрохимическим методом, чем больше редокс-потенциал вещества, тем интенсивнее окисляющее действие, а чем меньше – тем интенсивнее восстанавливающее действие этого вещества. В растворе окислителя (восстановителя) электроды отдают (принимают) электроны. Электрод заряжается положительно или отрицательно до определенного потенциала, уравнивающего стремление электронов к перераспределению; размер положительного заряда электрода увеличивается по мере усиления окислительных свойств раствора. Величина потенциала, до которой электрод зарядится в растворе, является мерой окислительной активности этого раствора, она называется «электродный окислительный потенциал» (ЭП) раствора.

Пример зависимостей, выводившихся на экран монитора персонального компьютера экспериментальной установки, приведён на *рис. 14*.

В процессе экспериментов было установлено наличие существенных резких отклонений в значениях, измерявшихся в экспериментальной боксе показателей, совпадавших по времени суток (с погрешностью до нескольких минут) с происходившими в это время гелио- геомагнитными возмущениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ (вводы и перспективы дальнейших исследований)

1. Влияние «человеческого фактора» на показатели комплексной безопасности на воздушном транспорте необходимо уменьшать.

2. Экспериментально установлено, что некоторые важные свойства воды (электрические токи, pH, ОВП) иногда изменяются достаточно резко. Изменения совпадают по времени с гео- гелиомагнитными возмущениями в окружающей среде.

3. Изученные экспериментальные физико-химические процессы воздействия на воду, водные растворы [Цетлин, 2010] и водные растворы в организмах людей

[33], не могут не привести к пока малопонятным изменениям в организмах, а далее и в поведении людей. Возможны (особенно при совпадении с иными даже не очень значительными обстоятельствами [Цетлин В. В. О влиянии космофизических и геофизических факторов на водную среду. Гипотеза о геофизической природе ритмов в биосфере: Презентация, URL: <http://www.myshared.ru/slide/175142/>] различные ошибки и неточности, следствием которых могут быть стать негативные события, вплоть до авиационных происшествий с разрушением воздушного судна, с гибелью людей.

4. Воздействия гелио- и геофизических возмущений как во время полета на экипаж [Николайкин, Цетлин, Савчуков, Пожелуева, Старков, 2017], так и во время ответственных операций при техническом обслуживании воздушных судов [Николайкин, Худяков, 2013] на инженеров и авиатехников, необходимо исключать.

5. Такие возмущения имеют малую длительность (несколько минут), происходят закономерно и могут прогнозироваться. Изменения свойств фиксируются в водной электрохимической ячейке методами оксидметрии [Захарьевский, 1967] с простыми приборами.

В дальнейшем целесообразно провести углублённые исследования [Цетлин В. В. О влиянии космофизических и геофизических факторов на водную среду. Гипотеза о геофизической природе ритмов в биосфере: Презентация, URL: <http://www.myshared.ru/slide/175142/>] механизмов влияния отклонений значений показателей гелио- геофизических явлений на организм людей, а также на их последующее поведение.

Важно создать систему, исключаящую возможность совпадения по времени ответственных операций (например, взлёт и посадка воздушного судна) в процессе управления воздушным судном с возмущениями гео- гелиофизических явлений в окружающей среде. Тогда можно уменьшить количество авиационных происшествий [Николайкин, Старков, Климов, 2015] и исключить значительное аварийно-залповое загрязнение экосистем на территории мест аварий и катастроф при авиаперевозках.

При совпадении аномальных явлений в природе и заданных расписанием воздушного движения моментов взлёта/посадки целесообразно корректировать расписание, либо незначительно (всего на несколько минут) задерживать момент фактического исполнения экипажем ответственных операций взлётно-посадочного цикла в зоне аэропорта. Для этого целесообразно разработать систему мониторинга гео- гелиофизических явлений, отклонения их показателей, и следует создать систему предупреждения ответственных работников, участвующих в лётной и технической эксплуатации воздушных судов.

Библиографический список

1. Глинка Н. Л. Общая химия: учебное пособие. М.: КНОРУС, 2011. 521 с.
2. Дутов А. В. «Большие вызовы» для авиации, авиастроения и развития авиационных технологий / А. В. Дутов, В. В. Клочков, С. М. Рождественская. М.: ФГБУ НИЦ «Институт им. Н. Е. Жуковского», 2017. 124 с.
3. Захарьевский М. С. Оксредметрия: под ред. Б. П. Никольского, В. В. Пальчевского. Л.: Химия, 1967. 120 с.
4. Зубков Б. В. Безопасность полётов: учебник / Б. В. Зубков, С. Е. Прозоров; под. ред. Б. В. Зубкова. Ульяновск: УВАУ ГА (И), 2012. 451 с.
5. Иванов А. И. Динамика факторов риска производственной среды при наземном обслуживании авиационной техники / А. И. Иванов, Н. И. Николайкин, Ю. Г. Худяков // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2014. № 204. С. 44–49.
6. Иванов А. И. Совершенствование взаимодействия работников, обслуживающих авиа-технику, путём подбора состава бригад для снижения числа ошибок / А. И. Иванов, А. А. Кузнецов, Н. И. Николайкин, В. Д. Шаров // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2017. № 1 (35). С. 41–47.
7. Космические новости. Статистические данные по авиаперевозкам от 11 мая 2001 г. в период с 1997 по 2010 гг. // [Электронный ресурс]. URL: <http://news.cosmoport.com/2001/05/11/8.htm> (дата обращения 27.02.2018 г.).
8. Макаров В. П. Прогнозирование и предупреждение авиационных происшествий как метод снижения экологической опасности авиаперевозок / В. П. Макаров, Н. И. Николайкин // Безопасность в техносфере. 2012. № 4. С. 35–41.
9. Махутов Н. А. Влияние человеческого фактора на безопасность технических систем / Н. А. Махутов, Р. С. Ахметханов, Е. Ф. Дубинин, В. И. Кукова // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций: науч.-инф. сб. 2014. № 3. М.: ВИНТИ, 2014. С. 80–98.

10. *Мельников Б. Н.* Перспективы создания малошумных самолетов гражданской авиации / Б. Н. Мельников, Ю. А. Большунов, Н. И. Николайкин // *Безопасность в техносфере*. 2010. № 2. С. 32–37.
11. *Некрасов Б. В.* Основы общей химии: учебник; в 2-х т. / Б. В. Некрасов. Изд. 3-е (испр. и дополн.) М.: Химия, 1973. 656 с.
12. *Николайкин Н.* Модель эколого-экономического воздействия авиационных происшествий / Н. Николайкин, Е. Старков // *Предпринимательство*. 2016. № 7. С. 38.
13. *Николайкин Н. И.* Экология: учебное пособие / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О.П. Мелехова. М.: МГУИЭ, 2000. 504 с.
14. *Николайкин Н. И.* Актуальность изучения влияния авиационных происшествий на окружающую среду / Н. И. Николайкин, Е. Ю. Старков // В сборнике: Актуальные вопросы развития науки: сборник статей международной научно-практической конференции: в 6 частях / ответственный редактор А. А. Сукиасян. 2014. С. 125–132.
15. *Николайкин Н. И.* Метод снижения экологической опасности при авиационных происшествиях / Н. И. Николайкин, Е. Ю. Старков, П. И. Климов // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык*. 2015. № 3. С. 22–34.
16. *Николайкин Н. И.* Методология оценки влияния условий труда персонала авиапредприятий на риски в авиатранспортных процессах / Н. И. Николайкин, Ю. Г. Худяков // *Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации*. 2013. № 197. С. 115–119.
17. *Николайкин Н. И.* Моделирование системы управления рисками при эксплуатации опасных производственных объектов / Н. И. Николайкин, Ю. Г. Худяков // *Химическое и нефтегазовое машиностроение*. 2012. № 10. С. 35.
18. *Николайкин Н. И.* Новые приоритеты в сфере защиты окружающей среды от воздействия гражданской авиации // *Безопасность в техносфере*. 2013. Т. 2. № 5 (44). С. 25–30.
19. *Николайкин Н. И.* О необходимости и возможности снижения воздействия человеческого фактора на безопасность полётов / Н. И. Николайкин, В. В. Цетлин, С. А. Савчуков, З. В. Пожелуева, Е. Ю. Старков // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык*. 2017. № 2. С. 201–218.
20. *Николайкин Н. И.* Оценка экологической опасности авиационных событий на воздушном транспорте / Н. И. Николайкин, Е. Ю. Старков // *Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации*. 2015. № 218 (8). С. 17–23.

21. *Николайкин Н. И.* Перевод на альтернативные виды топлива как способ повышения энергетической и экологической эффективности транспорта / Н. И. Николайкин, Б. Н. Мельников, Ю. А. Большунов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2010. № 162. С. 12–21.
22. *Николайкин Н. И.* Уменьшение экологических последствий от воздействия авиационных происшествий / Н. И. Николайкин, Е. Ю. Старков // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2016. № 225. С. 129–136.
23. *Николайкин Н. И.* Чрезвычайные ситуации последних лет на территории России / Н. И. Николайкин, А. Л. Рыбалкина // Безопасность в техносфере. 2009. № 2. С. 41–46.
24. *Николайкин Н. И.* Экологическая оценка полного жизненного цикла деятельности эксплуатационных авиапредприятий гражданской авиации / Н. И. Николайкин // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2006. № 108. С. 73–79.
25. *Николайкин Н. И.* Экология: учебник. Сер. Высшее образование: Бакалавриат (изд. 9-е, перераб. и доп.) / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. М.: ИНФРА-М, 2018. 615 с.
26. *Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по техническому обслуживанию воздушных судов:* Документ ИКАО Doc 9824-AN/450. ИКАО, 2003. 230 с.
27. *Предварительные результаты* деятельности ГА РФ в 2017 году // Профессиональный авиационный журнал «Гражданская авиация». 2018. № 1. С. 2.
28. *Расследование авиационных происшествий на воздушном транспорте.* Расследования. МАК // [Электронный ресурс]. – 2016. URL: <http://mak-iac.org/rassledovaniya/> (дата обращения 15.02.2016).
29. *Роль человеческого фактора* при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов // Человеческий фактор: сб. материалов № 12. Циркуляр ИКАО № 253- AN/151. Монреаль, Канада: ИКАО, 1995. 55 с. // [Электронный ресурс]. – 1995. URL: http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/253_ru.pdf (дата обращения: 24.02.2018 г.).
30. *Руководство по обучению в области человеческого фактора.* Doc 9683-AN. изд. 1-е. ИКАО // [Электронный ресурс]. – 1998. URL: <http://airspot.ru/library/book/icao-doc-9683-rukovodstvo-po-obucheniyu-v-oblasti-chelovecheskogo-faktora-ikao> (дата обращения: 23.07.2014).
31. *Смирнов Н. Н.* Основы теории технической эксплуатации летательных аппаратов / Н. Н. Смирнов, Ю. М. Чинючин. М.: МГТУ ГА, 2015. 579 с.

32. Статистика пассажирских перевозок на Российских Авиалиниях: Статистика 2014...2017 гг. // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.avia-adv.ru/placement/in-flight/passenger-traffic.htm> (дата обращения 27.02.2018 г.)
33. Тарасова Н. П. Образование как фактор устойчивого развития / Н. П. Тарасова, Г. А. Ягодин, Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина // Экология и промышленность России. 2000. № 9. С. 36–39.
34. Худяков Ю. Г. Виды рисков и особенности их проявления в авиатранспортной услуге, предоставляемой авиакомпанией / Ю. Г. Худяков, Н. И. Николайкин // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2009. № 149. С. 7–13.
35. Худяков Ю. Г. Управление опасностями производственной среды: монография / Ю. Г. Худяков, Н. И. Николайкин, В. Э. Андрусов. М.: Проспект, 2017. 128 с.
36. Цетлин В. В. О влиянии космофизических и геофизических факторов на водную среду. Гипотеза о геофизической природе ритмов в биосфере: Презентация / В. В. Цетлин, И. В. Федотова, А. А. Артамонов, В. А. Бондаренко, В. Г. Митрикас // ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.my-shared.ru/slide/175142/> (дата обращения: 17.03.2017 г.).
37. Цетлин В. В. Исследование реакции воды на вариации космофизических и геофизических факторов окружающего пространства // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2010. Т. 44. № 6. С. 26–30.

References

1. Glinka N. L. General chemistry: textbook. M.: KNORUS, 2011. 521 p.
2. Dutov A. V. «Challenges» foe aviation, aircraft manufacture and development of air technologies / A. V. Dutov, V. V. Klochkov, S. M. Rozhdestvenskaja. M.: NRC, Institute named after N. Ye.Zhukovsky. 2017. 124 с.
3. Zahar'evskij M. S. Oxredmetry: ed.by B. P. Nikol'sky, V. V. Pal'chevsky. L.: Himija, 1967. 120 p.
4. Zubkov B. V. Flight safety: course-book / B. V. Zubkov, S. E. Prozorov; ed. by B. V. Zubkov. Ulyanovsk: USAU GA (I), 2012. 451 p.
5. Ivanov A. I. Dynamics of risk factors of working environment on maintaining an aircraft on the ground / A. I. Ivanov, N. I. Nikolajkin, Ju. G. Hudjakov // Scientific bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation. 2014. № 204. P. 44–49.
6. Ivanov A. I. Perfection of interacting between aircraft maintainers by selecting the brigade members to decrease the number of errors / A. I. Ivanov, A. A. Kuznecov, N. I. Nikolajkin, V. D.

Sharov // 21st century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus. 2017. № 1 (35). P. 41–47.

7. *Space news*. Statistical data on air transportations on the 11th of May 2001 for the period 1997 - 2010 // [Electronic source]. URL: <http://news.cosmoport.com/2001/05/11/8.htm> (accessed date 27.02.2018 г.).

8. *Makarov V. P.* Forecasting and preventing aircraft incidents as a means of decreasing environmental hazards of air transportation / V. P. Makarov, N. I. Nikolajkin // *Safety in technosphere*. 2012. № 4. P. 35–41.

9. *Mahutov N. A.* Influence of human factor on the safety of technical systems / N. A. Mahutov, R. S. Ahmethanov, E. F. Dubinin, V. I. Kuksova // *Issues of safety and emergencies: scientific-informational composite book*. 2014. № 3. M.: VINITI, 2014. P. 80–98.

10. *Mel'nikov B. N.* Perspectives of creation of noise-free civil airplanes / B. N. Mel'nikov, Ju. A. Bol'shunov, N. I. Nikolajkin // *Safety in technosphere*. 2010. № 2. P. 32–37.

11. *Nekrasov B. V.* Fundamentals of general chemistry: course-book; in 2 V. / B. V. Nekrasov. 3rd edition (corrected and added) M.: Chemistry, 1973. 656 p.

12. *Nikolajkin N. A* model of ecology-economic impact of aircraft accidents / N. Nikolajkin, E. Starkov // *Entrepreneurship*. 2016. № 7. P. 38.

13. *Nikolajkin N. I.* Ecology: textbook / N. I. Nikolajkin, N. E. Nikolajkina, O.P. Melehova. M.: MSUIE, 2000. 504 p.

14. *Nikolajkin N. I.* Urgency of research of aircraft accidents influence on the environment / N. I. Nikolajkin, E. Ju. Starkov // *Relevant issues of scientific development: collection of articles of international scientific-practical conference: in 6 parts / Executive Editor AA. Sukiasjan*. 2014. P. 125–132.

15. *Nikolajkin N. I.* Method of decreasing the environmental hazard in aircraft accidents / N. I. Nikolajkin, E. Ju. Starkov, P. I. Klimov // *Crede Experto: transport, society, education, language*. 2015. № 3. P. 22–34.

16. *Nikolajkin N. I.* Methodology of estimating the influence of personnel's labour conditions at aviation enterprises on risks in air transportation processes / N. I. Nikolajkin, Ju. G. Hudjakov // *Scientific bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation*. 2013. № 197. P. 115–119.

17. *Nikolajkin N. I.* Modelling of a risk management system when operating hazardous facilities / N. I. Nikolajkin, Ju. G. Hudjakov // *Chemical and oil-and-gas machine building*. 2012. № 10. P. 35.

18. *Nikolajkin N. I.* New priorities in environmental protection from impacts of civil aviation // *Safety in technosphere*. 2013. V. 2. № 5 (44). P. 25–30.

19. *Nikolajkin N. I.* Concerning the need and ability to reduce the impact of human factor on flight safety / N. I. Nikolajkin, V. V. Cetlin, S. A. Savchukov, Z. V. Pozhelueva, E. Ju. Starkov // *Crede Experto: transport, society, education, language*. 2017. № 2. P. 201–218.
20. *Nikolajkin N. I.* Estimate of environmental hazard of aircraft events in air transport / N. I. Nikolajkin, E. Ju. Starkov // *Scientific bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation*. 2015. № 218 (8). P. 17–23.
21. *Nikolajkin N. I.* Transition to alternative fuels as a means of increase of energetic and ecological efficiency of transport / N. I. Nikolajkin, B. N. Mel'nikov, Ju. A. Bol'shunov // *Scientific bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation*. 2010. № 162. P. 12–21.
22. *Nikolajkin N. I.* Reduction of environmental consequences of aircraft accidents / N. I. Nikolajkin, E. Ju. Starkov // *Scientific bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation*. 2016. № 225. P. 129–136.
23. *Nikolajkin N. I.* Recent emergencies on the territory of Russia / N. I. Nikolajkin, A. L. Rybalkina // *Safety in technosphere*. 2009. № 2. P. 41–46.
24. *Nikolajkin N. I.* Ecologic estimate of life cycle of activities of operational aviation enterprises of civil aviation / N. I. Nikolajkin // *Scientific bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation*. 2006. № 108. P. 73–79.
25. *Nikolajkin N. I.* Ecology: course-book. Ser. Higher education: Bachelor's programme (9th edition, corrected and added / N. I. Nikolajkin, N. E. Nikolajkina, O. P. Melehova. M.: INFRA-M, 2018. 615 p.
26. *Human Factors Guidelines for Aircraft Maintenance Manual: ICAO Document Doc 9824-AN/450*. ICAO, 2003. 230 p.
27. *Preliminary results of RF CA activities in 2017* // Professional aviation journal “Civil aviation”. 2018. № 1. P. 2.
28. *Investigation of aviation accidents on air transport. Investigations. IAC* // [Electronic source]. – 2016. URL: <http://mak-iac.org/rassledovaniya/> (accessed date 15.02.2016).
29. *The role of human factor in maintenance and inspection of aircraft* // Human factor: collection of materials № 12. ICAO Circular № 253- AN/151. Montreal, Canada: ICAO, 1995. 55 p. // [Electronic source]. – 1995. URL: http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/253_ru.pdf (accessed date: 24.02.2018).
30. *Human Factors Training Manual. Doc 9683-AN. 1st edition. ICAO* // [Electronic source]. – 1998. URL: <http://airspot.ru/library/book/icao-doc-9683-rukovodstvo-po-obucheniyu-v-oblasti-chelovecheskogo-faktora-ikao> (accessed date: 23.07.2014).
31. *Smirnov N. N.* Theoretic fundamentals of aircraft operation / N. N. Smirnov, Ju. M. Chinchin. M.: MSTU CA, 2015. 579 p.

32. *Statistics of passenger transportation with Russian airlines: Statistics for the period of 2014...2017* // [Electronic source]. URL: <http://www.avia-adv.ru/placement/in-flight/passenger-traffic.htm> (accessed date 27.02.2018)
33. *Tarasova N. P.* Education as factor of sustainable development / N. P. Tarasova, G. A. Jagodin, N. I. Nikolajkin, N. E. Nikolajkina // *Ecology and industry in Russia*. 2000. № 9. P. 36–39.
34. *Hudjakov Ju. G.* Risk kinds and peculiarities of their manifestation in air transportation service provided by an airline / Ju. G. Hudjakov, N. I. Nikolajkin // *Scientific bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation*. 2009. № 149. P. 7–13.
35. *Hudjakov Ju. G.* Control of working-environment hazards: monograph / Ju. G. Hudjakov, N. I. Nikolajkin, V. Je. Andrusov. M.: Prospekt, 2017. 128 p.
36. *Cetlin V. V.* Concerning the influence of cosmophysical and geophysical factors on water environment. Hypothesis of geophysical nature of rhythms in biosphere: Presentation / V. V. Cetlin, I. V. Fedotova, A. A. Artamonov, V. A. Bondarenko, V. G. Mitrikas // RF SSC Institute of biomedical problems RAS. [Electronic source]. URL: <http://www.myshared.ru/slide/175142/> (accessed date: 17.03.2017).
37. *Cetlin V. V.* Research of water reaction on variations of cosmophysical and geophysical factors of environment // *Aerospace and environmental medicine*. 2010. T. 44. № 6. P. 26–30.