

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

В.А. Минаев, А.О. Фаддеев, А.В. Мокшанцев

В статье с целью совершенствования системы противодействия угрозам кибербезопасности рассмотрены первичные и вторичные факторы негативного влияния геофизических процессов на информационные компьютерные системы. Среди таких процессов обсуждаются геодинамические, ионосферные, антропологические. Построена схема их системных взаимосвязей, показывающая направления воздействия на состояние и динамику кибербезопасности. Для операционального представления сложного влияния геофизических опасностей на информационные компьютерные системы разработана таблица, в которой детально описана совокупность источников воздействий, их направленности и последствий для указанных систем, а также изученность воздействий со ссылками на основные опубликованные работы в данной области исследований. Показано, что изученность рассматриваемых в статье направлений геофизических угроз существенно различается. Некоторые из них слабо, либо совсем не изучены. На основе анализа исследований определены приоритетные задачи обеспечения геофизической кибербезопасности. А именно, это исследование воздействия: звуковых волн инфразвукового диапазона и электромагнитных волн, распространяющихся по волноводам земной коры; криповых подвижек на формирование и развитие в земной коре дилатантных структур, а также накопление сдвиговых деформаций, определяющих изменения напряженности атмосферного электрического поля; генерации механических волн естественного и искусственного происхождения, способствующих формированию и развитию дилатантных структур в земной коре.

Ключевые слова: кибербезопасность, геофизические угрозы, геодинамический риск, информационные системы, компьютерная техника.

Введение

Помимо основных опасных факторов, напрямую связанных с сейсмической активностью и формирующих угрозы для обеспечения устойчивого развития современного общества и обеспечения безопасности человека, погрузивших свою жизнедеятельность в мир информационных компьютерных систем, существует целый ряд факторов, сопутствующих сейсмической активности и генетически с ней связанных. Влияние этих факторов, носящих название «вторичных» [1], на здоровье населения, качество природной среды не так масштабно, а также реализуется не так ярко, но, тем не менее, их учет имеет высокую значимость для обеспечения безопасности человека, а также кибербезопасности его информационно-коммуникационного окружения. В настоящей статье последний аспект исследуется комплексно – во внимание принимаются как первичные факторы, так и вторичные факторы геофизических угроз кибербезопасности.

Одним из важнейших вторичных геодинамических факторов выступает мощное электрическое поле, возникающее непосредственно перед самым крупным сейсмическим событием. Величина напряженности этого поля настолько велика, что не только в эпицентральной зоне, но и в ее наблюдаются свечение атмосферы, ореолы по контурам людей, животных и различных природных и техногенных объектов [2].

Кроме того, есть и такой интересный факт. В 1986 году, ровно за сутки до знаменитого мощного, с магнитудой 7.0, Балканского землетрясения, в аэропорту Бухареста отказали все компьютеры, и работа аэропорта была парализована на несколько часов. Также было заметно свечение атмосферы.

Все это свидетельствует о том, что имела место напряженность электрического поля колоссальной величины. И это – на расстоянии более двух сотен километров от эпицентра!

Когда напряженность электрического поля незначительная, то в атмосфере течет небольшой ток, при этом только начинается образование подвижных носителей зарядов.

Но, как только количество ионов увеличивается (с повышением напряженности электрического поля), начинается нарастание электрического тока.

И, как только будет преодолено некоторое пороговое значение концентрации заряженных частиц, в атмосферном воздухе возникает самостоятельный электрический разряд, что и фиксируется как молнии, всполохи, или же ровное, но интенсивное свечение.

В феврале прошлого года, при реализации катастрофического сейсмического события в Турции, как раз и наблюдались подобные световые явления, а возникшее перед землетрясением мощное электрическое поле оказало существенное влияние на электронную технику в зоне воздействия землетрясения.

Говоря о вторичных факторах, нельзя не вспомнить о крипе [1]. Этот вид сеймики, называемый также как «ползучее землетрясение», опасен не только формированием опасных деформаций в геологической среде, но и «ответственен» за образование очень вредных для человека и электронной техники, телекоммуникационных и информационных систем, акустических полей инфразвукового диапазона.

Инфразвук, как волновой процесс, обладает рядом особенностей. Достаточно хорошо известно, что низкочастотные акустические волны (частотой 10-20 Гц), вследствие их малого поглощения, передаются в водной и воздушной средах на огромные расстояния. Именно поэтому сейсмические волны, возникшие при землетрясении, извержении вулкана или при ядерном взрыве, способны несколько раз обойти вокруг земного шара и пройти через всю толщу земных пород [3].

Опасные биоактивные поля инфразвукового диапазона возникают не только при реализации крупного сейсмического события, но и формируются в результате криповых подвижек вдоль бортов тектонических разломных нарушений.

Указанные биоактивные поля «работают» постоянно, неизменно увеличивая свою пагубную для человека аномальность. А порождающие их

деформации в геологической среде приводят к «неожиданным» повреждениям зданий и сетей различных коммуникаций.

Одно из самых опасных аномальных медико-биологических явлений – это изменение психического состояния человека при воздействии на него спектра колебаний от сильного землетрясения [1]. Такие аномальные явления хорошо известны и сейсмологам, и геофизикам, и ликвидаторам последствий сильных и разрушительных землетрясений. Особенно опасно то, что подобные явления распространяются на огромные территории, на которых проживает большое количество людей. Среди них могут оказаться операторы сложных компьютеризованных систем, включая АЭС, объекты ракетно-космической техники, оборонного комплекса, других критических производств.

И по этим явлениям, к сожалению, имеется своя печальная статистика. Так, например, известно, что когда произошло катастрофическое Ташкентское землетрясение 1966 года, интенсивностью 8 баллов, то из 1623 случаев смертей и тяжелых травм, около 55% было связано с психическим состоянием пострадавших – это паника, страх, спутанность сознания, неосознанные опасные действия.

Всё вышесказанное достаточно убедительно показывает, насколько велика и многообразна роль землетрясений и связанных с ними геофизических процессов в жизни Земли, в жизнедеятельности современного сообщества, в генерировании угроз и реализации рисков кибербезопасности.

1. Система геофизических опасностей

О кибербезопасности, как таковой, много всего сказано, написано, существует целый ряд определений этого понятия, но все авторы, все специалисты в данной области научных исследований, едины и солидарны во мнении, что кибербезопасность представляет собой целенаправленную деятельность, позволяющую защитить аппаратное и программное обеспечение одиночных устройств, информационных систем и компьютерных сетей от

разнообразных по своей типологии цифровых атак [4-7].

Чтобы сохранить информацию, находящуюся в компьютерных системах различного масштабного и иерархического уровня, необходимо обеспечить ее защиту от всевозможных компьютерных угроз не только в их традиционной совокупности, но и неизменностью таких свойств информации, как конфиденциальность, целостность и доступность [8].

Кроме того, при обеспечении кибербезопасности как всего современного российского общества, так и его отдельных государственных, экономических, силовых

структур нельзя не учитывать еще целый комплекс так называемых внешних факторов.

Одним из них выступают риски, формируемые природной средой и враждебной целенаправленной антропогенной деятельностью, что приводит к дестабилизации, повреждению, а порой – и к уничтожению информационных компьютерных систем (ИКС) различного целевого назначения [3, 9-12].

Осознавая всю многогранность данной проблемы, и не претендуя на роль создателей панацеи для защиты ИКС от указанных угроз, ограничимся только таким их множеством, как геофизические киберопасности (рис.1).

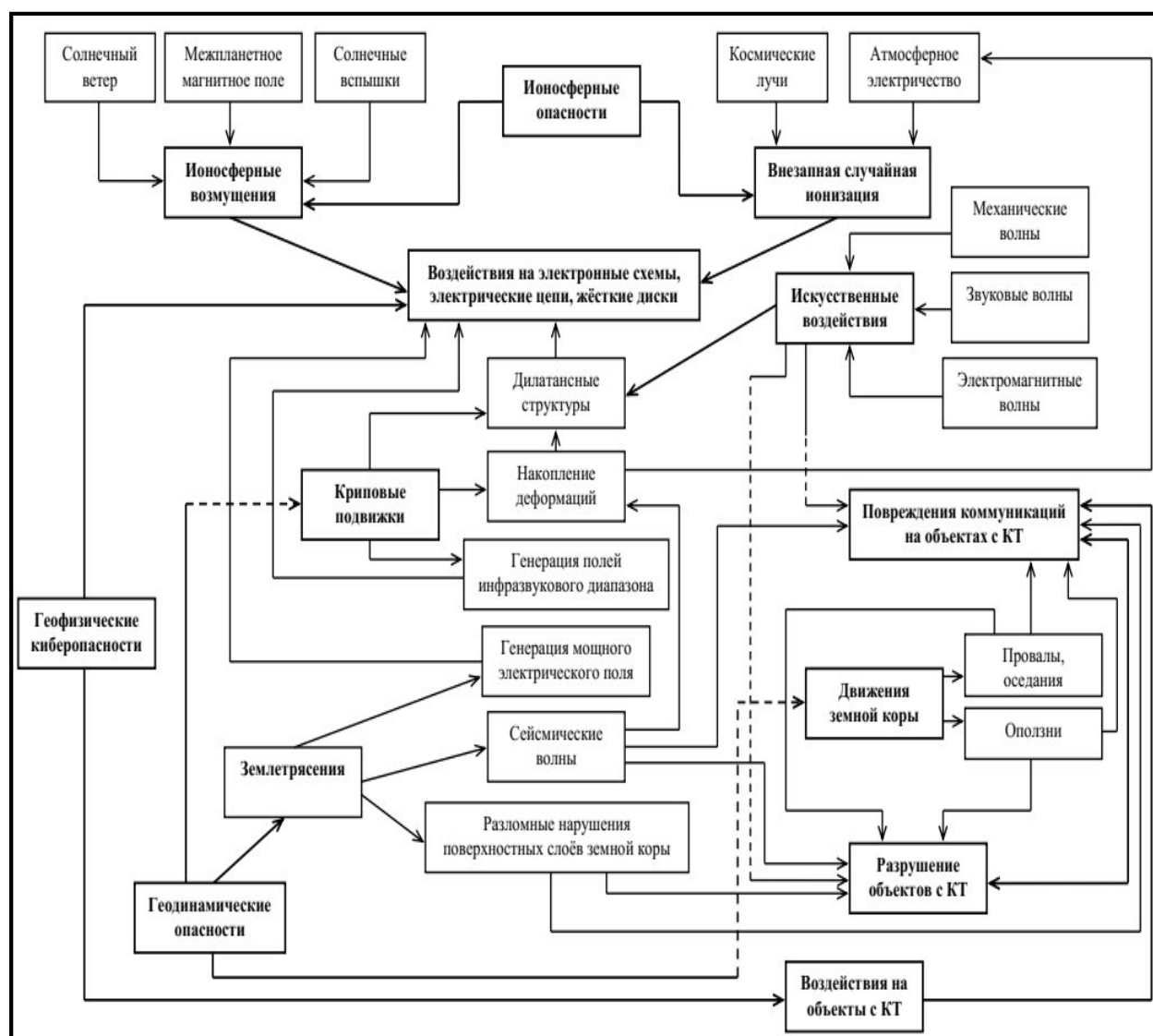


Рис. 1. Воздействия геофизических опасностей на объекты информационных компьютерных систем

Как следует из рис. 1, указанные киберопасности можно подразделить на два принципиально различных по направленности воздействия типа – на объекты, где размещена компьютерная техника (КТ), и саму КТ, точнее, на их электронную «начинку», особенно – на жёсткие диски. При этом в качестве источника формирования угроз выступают такие геодинамические процессы, как землетрясения, криповые подвижки, движения земной коры, ионосферные процессы, проявляющиеся в виде ионосферных возмущений и искусственных

воздействий на геологическую среду, обусловленных целенаправленной враждебной техногенной деятельностью человека.

Для более детального понимания взаимодействий и взаимовлияний на рис. 1, отражающих виды опасностей и геофизических процессов; виды, направленность и последствия воздействий с точки зрения кибербезопасности информационных компьютерных систем, сведём сложную картину на рис. 1 в более структурированную и детализированную табл. 1.

Таблица 1

Воздействия геофизических опасностей
на информационные компьютерные системы и их элементы

Вид опасности	Вид процессов	Вид воздействия	Направленность воздействия	Последствия воздействия
1. Геодинамическая	Землетрясения	Сейсмические волны	Объект с КТ	Разрушение объектов с КТ
			Сети коммуникаций на объектах с КТ	Повреждения коммуникаций на объектах с КТ
			Накопление деформаций	Развитие дилатантных структур
		Разломные нарушения поверхностных слоёв земной коры	Объект с КТ	Разрушение объектов с КТ
			Сети коммуникаций на объектах с КТ	Повреждения коммуникаций на объектах с КТ
		Генерация мощного электрического поля	Компьютерная техника (КТ)	Повреждение КТ
	Движения земной коры	Провалы, оседания	Объект с КТ	Разрушение объектов с КТ
			Сети коммуникаций на объектах с КТ	Повреждения коммуникаций на объектах с КТ
		Оползни	Объект с КТ	Разрушение объектов с КТ
			Сети коммуникаций на объектах с КТ	Повреждения коммуникаций на объектах с КТ

Продолжение табл. 1

Вид опасности	Вид процессов	Вид воздействия	Направленность воздействия	Последствия воздействия
	Криповые подвижки	Накопление деформаций	Дилатансная структура	Развитие дилатансных структур
			Изменения напряжённости атмосферного электрического поля	
		Генерация полей инфразвукового диапазона	Компьютерная техника (КТ)	Повреждение КТ
1. Ионосферные	Изменения плотности солнечного ветра	Ионосферные возмущения	Компьютерная техника (КТ)	Повреждение КТ
	Изменения напряжённости межпланетного магнитного поля	Ионосферные возмущения	Компьютерная техника (КТ)	Повреждение КТ
	Вспышки на Солнце	Ионосферные возмущения	Компьютерная техника (КТ)	Повреждение КТ
	Космическое излучение	Внезапная случайная ионизация	Компьютерная техника (КТ)	Повреждение КТ
	Изменения напряжённости атмосферного электрического поля	Внезапная случайная ионизация	Компьютерная техника (КТ)	Повреждение КТ
2. Искусственные (антропогенные)	Взрывные работы	Механические волны	Объект с КТ	Разрушение объектов с КТ
			Сети коммуникаций на объектах с КТ	Повреждения коммуникаций на объектах с КТ
			Объект с КТ	Разрушение объектов с КТ
	Генерация звуковых волн на близком расстоянии	Звуковые волны	Компьютерная техника (КТ)	Повреждение КТ
	Генерация звуковых волн по волноводам земной коры	Звуковые волны инфразвукового диапазона	Компьютерная техника (КТ) (опосредованно через волноводы)	Повреждение КТ
	Генерация электромагнитных волн по волноводам земной коры	Электромагнитные волны	Компьютерная техника (КТ) (опосредованно через волноводы)	Повреждение КТ

2. Выводы и обсуждение

Анализ рис. 1 и табл.1 приводит к выводам, что приоритетными направлениями исследований по проблеме геофизических угроз кибербезопасности выступают:

1. Воздействия звуковых волн инфразвукового диапазона и электромагнитных волн искусственного и естественного происхождения через волноводы земной коры, генетически связанные с дилатантными¹ структурами, на электронные схемы, устройства компьютерной техники, в том числе – жёсткие диски с хранящейся на них информацией.

2. Влияние криповых подвижек на формирование и развитие в верхних слоях земной коры дилатантных структур, способствующих распространению электромагнитных волн, а также звуковых волн инфразвукового диапазона по связанным с ними волноводам.

3. Исследование влияния криповых подвижек на формирование и развитие в верхних слоях земной коры дилатантных структур, способствующих распространению по связанным с ними волноводами электромагнитных волн, а также звуковых волн инфразвукового диапазона.

4. Исследование влияния криповых подвижек посредством накопления сдвиговых деформаций на изменения напряжённости атмосферного электрического поля.

5. Исследование влияния генерации в земной коре механических волн естественного и искусственного происхождения на накопление сдвиговых деформаций, способствующих формированию и развитию дилатантных структур в верхних слоях земной коры.

Разрешение задач, приведённых в указанных направлениях исследований, и многих других задач, представленных в табл. 1, позволит, по нашему мнению, повысить уровень обеспечения кибербезопасности как всего современного

российского сообщества в целом, так и его отдельных государственных, экономических, силовых структур, в частности, учреждений и подразделений, а также отдельных граждан.

Заключение

Современный этап развития системы информационной безопасности характеризуется все большим погружением науки и практики в этой сфере в исследования, связанные со смежными отраслями знаний, подчас не имеющими, на первый взгляд, отношения к формированию и развитию новых направлений в рассматриваемой области.

Появление и распространение терминологии, относящейся к «кибербезопасности», как раз и относится к тем событиям научной жизни, когда на устоявшемся фундаменте информационной безопасности возникло перспективное научное течение, вобравшее традиционные концепции и идеи своей теоретической и методологической основы, расширившее поле изучаемых факторов, и одновременно более четко определившие свои границы [5].

В статье авторами сделана попытка очертить круг научно-практических задач, связанных с изучением важного, но пока недостаточно исследованного направления анализа, оценки и прогнозирования воздействия геофизических угроз на кибербезопасность.

Список литературы

1. Минаев В.А., Сычев М.П., Фаддеев А.О., Умывакин В.М., Бударина В.А. Вторичные геодинамические факторы и экологическая безопасность территорий // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2016. № 4. – С. 103–109.
2. Адушкин В.В., Соловьев С.П., Спивак А.А. Электрические поля техногенных и природных процессов. М.: ГЕОС, 2018. – 464 с.
3. Николаевский В. Н. Геомеханика. Том 2. Земная кора. Нелинейная сейсмика. Вихри и ураганы. М., Ижевск: НИЦ

¹ Диалатансия – эффект нелинейного разуплотнения упругой геологической среды вследствие лавинообразного формирования трещин сдвига [13].

«Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2010. – 560 с.

4. ГОСТ ISO/IEC 27100:2020. Информационная технология. Кибербезопасность. Обзор и концепции. – 24 с. Дата опубликования: 22.12.2020.

5. Марков, А. С. Кибербезопасность и информационная безопасность как бифуркация номенклатуры научных специальностей // Вопросы кибербезопасности. 2022. № 1(47). – С. 1–9.

6. Алпеев, А.С. Терминология безопасности: кибербезопасность, информационная безопасность. // Вопросы кибербезопасности. 2014. № 4 (38). – С. 39–42.

7. Харрис, Ш. Кибервойна. Пятый театр военных действий. М.: Альпина нон-фикшн, 2016. – 390 с.

8. Винокуров С. А., Минаев В.А., Поликарпов Е.С. и др. Основы кибербезопасности: Учебник. Воронеж-Москва: Воронежский институт МВД России, Московский университет МВД России им. В.Я. Кикотя, 2022. – 392 с.

9. Арутюнян Р. В., Большов Л. А., Боровой А. А., Велихов Е. П. Системный анализ причин и последствий аварии на

АЭС «Фукусима-1» / Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. М.: ИБРАЭ РАН, 2018. – 408 с.

10. Ахметшин Т.Р., Минаев В.А., Степанов Р.О., Фаддеев А.О., Габитов С.И. Геодинамические риски: моделирование, оценки, управление: Монография / Под ред. В.А. Минаева. Уфа: УНЦП Изд-во УГНТУ, 2023. – 338 с.

11. Корячко В.П., Минаев В.А., Степанов Р.О., Фаддеев А.О. Моделирование сейсмических рисков на территориях расположения объектов критической инфраструктуры // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2023. № 84. – С. 133–142.

12. Кочарян Г. Г., Спивак А. А. Динамика деформирования блочных массивов горных пород / Под ред. Адушкин В. В. М.: Академкнига, 2003. – 422 с.

13. Собисевич Л. Е., Собисевич А.Л. Дилатансные структуры и электромагнитные возмущения УНЧ диапазона на этапах подготовки и развития крупного сейсмического события // Вестник ОНЗ РАН. 2010. № 2. – С. 202–213.

Московский университет МВД РФ им. В.Я. Кикотя
Moscow University of the Internal Affairs Ministry of Russia

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России
Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia

Поступила в редакцию 08.02.24

Информация об авторах

Минаев Владимир Александрович – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры специальных информационных технологий, Московский университет МВД РФ им. В.Я. Кикотя, Москва, e-mail: mlva@yandex.ru

Фаддеев Александр Олегович – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры экономической безопасности Рязанского филиала Московского университета МВД РФ им. В.Я. Кикотя, Москва, e-mail: fao1@mail.ru

Мокшанцев Александр Владимирович – канд. техн. наук, доцент, заместитель начальника кафедры информационных технологий Академии Государственной противопожарной службы МЧС России, e-mail: mok-av@yandex.ru

GEOPHYSICAL THREATS TO CYBERSECURITY

V.A. Minaev, A.O. Faddeev, S.V. Mokshantsev

In order to improve the system of countering cybersecurity threats, the primary and secondary factors of the negative impact of geophysical processes on information computer systems are considered in the article. Geodynamic, ionospheric, and anthropological processes are discussed among such processes. A scheme of their systemic relationships is constructed, showing the directions of influence on the state and dynamics of cybersecurity. To operationally represent the complex impact of geophysical hazards on information computer systems, a table has been developed that describes in detail the totality of sources of impacts, their orientation and consequences for these systems, as well as the study of impacts with links to the main published works in this field of research. It is shown that the study of the directions of geophysical threats considered in the article differs significantly. Some of them are poorly or completely unexplored. Based on the analysis of the research, priority tasks for ensuring geophysical cybersecurity have been identified. Namely, this is a study of the effects of: infrasound sound waves and electromagnetic waves propagating through the waveguides of the Earth's crust; creep movements on the formation and development of dilatant structures in the earth's crust, as well as the accumulation of shear deformations that determine changes in the intensity of the atmospheric electric field; generation of mechanical waves of natural and artificial origin, contributing to the formation and development of dilatant structures in the earth's crust.

Keywords: cybersecurity, geophysical threats, geodynamic risk, information systems, computer technology.

Submitted 8.02.24

Information about the authors

Vladimir A. Minaev – Dr. Sc. (Technical), Professor, Professor of the Special Information Technologies Department, V. Ya. Kikot Moscow University of the Internal Affairs Ministry of the Russian Federation, Moscow, e-mail: mlva@yandex.ru

Alexander O. Faddeev – Dr. Sc. (Technical), Associate Professor, Professor of the Economic Security Department of the Ryazan Branch, V. Ya. Kikot Moscow University of the Internal Affairs Ministry of the Russian Federation, Moscow, e-mail: faol@mail.ru

Alexander V. Mokshantsev – Cand. Sc. (Technical), Associate Professor, Deputy Head of the Information Technology Department of the State Fire Service Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia, e-mail: mok-av@yandex.ru