

Санкт-Петербургское отделение Секции геополитики и безопасности РАЕН
Арктическая общественная академия наук
Научно-исследовательский институт Систем прогнозирования и мониторинга
чрезвычайных ситуаций "Прогноз" СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
Агентство по наукоемким и инновационным технологиям «Прогноз-Норд»

VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС

«ЦЕЛИ РАЗВИТИЯ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ» И ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ»

*В 2013 году Конгресс посвящен 10-летию со дня образования
Санкт-Петербургской научной общественной организации «Арктиче-
ская общественная академия наук»*

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АРКТИКИ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

Санкт-Петербург
2013

“Цели развития тысячелетия» и инновационные принципы устойчивого развития арктических регионов” // Материалы VI международного конгресса. Научно-практическая конференция «Геополитические факторы устойчивого развития Арктики и инновационные технологии прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций» Санкт- Петербург, 15-16 ноября 2013 г. – СПб.: 2013, 205 с.

Сборник включает статьи и тезисы, посвященные проблемам обеспечения экологической безопасности Арктических регионов, методам, техническим средствам мониторинга состояния окружающей среды, информационным технологиям прогнозирования, предупреждения и снижения риска возникновения чрезвычайных ситуаций и тяжести их последствий, природоохранным мероприятиям, технологиям утилизации вредных отходов.

Сборник включает также статьи, посвященные роли современных информационных технологий в решении теоретических и прикладных проблем, статьи, посвященные рассмотрению геополитических аспектов устойчивого развития Арктических регионов и социально-экономическим аспектам их развития.

Ответственный редактор В.В.Поливанов

Печатается по решению Президиума Арктической общественной академии наук

© Арктическая общественная академия наук, 2013

© Коллектив авторов, 2013

Макаров В.В., Куреев Р.С., Ализаде Т.О.
МОДЕЛИ МОНИТОРИНГА И БЕЗАВАРИЙНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ
ГАЗОПРОВОДОВ В СЕЙСМООПАСНЫХ РЕГИОНАХ АРКТИКИ

*Центр научно-технического развития и конструирования,
Нерюнгри, Россия,*

*Восточный институт Министерства иностранных дел,
Якутский филиал, Россия.*

Институт кибернетики Академии наук Азербайджана, Азербайджан

Землетрясения умеренной магнитуды 2011-2013 годов убедительно продемонстрировали недостаточную эффективность сейсмопрогноза участка МН ВСТО Южная Якутии - Амурская область. Опыт коммерческой эксплуатации МН ВСТО продемонстрировал необходимость инженерных решений, существенно дополняющих проектные. Решение аналогичных задач для магистрального газопровода «Сила Сибири» требует не ординарного подхода уже на стадии строительства. Авторами предлагается макет атласа моделей, позволяющих решать задачи мониторинга и обеспечения безаварийности в условиях Якутии. Указанные модели могут быть полезными проектировщикам, управляющему и линейному персоналу МГ «Сила Сибири».

I. История вопроса

Строительство газотранспортной системы «Сила Сибири» декларируется как «существенный вклад в развитие экономики Якутии без ущерба для ее природы». В самом деле: при нормальной работе магистральный газопровод (МГ) является экологически чистым и очень экономичным по затратам. В то же время, даже при авариях МГ «Сила Сибири» может быть нанесен невосполнимый ущерб природе Якутии, а последствия техногенных (man-made catastrophe) катастроф общеизвестны [1]. Этим и объясняется внимание, уделяемое вопросам надежности и эффективности работы МГ при их проектировании и эксплуатации.

Добротное исследование задач безаварийности и эффективности должно включать две составляющие: теоретическую и эмпирическую. Реалии РФ таковы, что достоверные эмпирические данные могут предоставить только руководители и собственники систем добычи и транспортировки углеводородного топлива. В то же время, огласка достоверной информации о фактической надежности и эффективности может стать основанием наложения штрафных санкций на эксплуатирующие компании. Мазохисты крайне редко встречаются в классе собственников и, в результате «компромисса интересов», достоянием как экологов, так и проектировщиков трубопроводных систем становятся бесполезные формально-статистические сводки вроде: «В России ежегодно

происходит около 80 000 разрывов нефте- и газопроводов». Более полезная (но не количественная!) информация: «в 40-х годах XX века газовщики США столкнулись с проблемой не прогнозируемых аварийных ситуаций вследствие образования газогидратных пробок», имеет аналог в форме «теорем существования». В то же время такие достоверные источники как сводки МЧС РФ и Приказы РосТехНадзора ретроспективны, неполны и, следовательно, исключают стратификацию (см. таблицу 1).

Табл.1. Причины взрыва газопровода

Причины взрыва газопровода по актам расследования РосТехнадзор	Относительная частота
Разрыв трубы (дефект, ускоренное старение в Арктических регионах, нерегулярные волны давления или гидроудар вследствие лавинообразного развития гидратной пробки.	0.82
Повреждение по экзогенным причинам(масштабный фактор, землетрясение, механическое повреждение по неосторожности)	0.12
Диверсия	0.06

С целью получения достоверной и своевременной количественной информации, авторы разработали автоматизированную систему с алгоритмом на базе контент- анализа. Посредством упомянутой системы и были получены данные, используемые в настоящем докладе. Так, например, даже в законодательных актах РФ нашлось подтверждение высокого уровня опасности МГ, хотя функция риска в этих нормах не определяется и не регламентируется [2].

Авторы принимают указанные нормы к сведению, но в настоящем докладе ограничиваются рассмотрением технологических (эндогенных) и некоторых (крайне редко исследуемых на стадии проектирования) масштабных факторов опасности. Прагматической целью настоящей работы является теоретическое исследование эндогенных факторов, могущих повлиять на надежность магистрального газопровода «Сила Сибири».

Первой задачей исследования является анализ волюнтаристских допущений, неявно принимаемых на стадии проектирования ГП и НП. Именно:

1) Аварийные ситуации на МГ предотвратимы посредством неукоснительного следования нормам СНиП и руководящим документам /РД/, корректируемых на стадии строительства МГ «Сила Сибири»;

2)В процессе эксплуатации МГ «Сила Сибири» только в «деталях» будет отличаться от МГ, уже эксплуатируемых на территории РФ;

3) Процесс управления МГ «Сила Сибири» может быть почти полностью автоматизированным, то есть,предполагается:

- антропотехничностью Большой Распределенной Технической Системы «Сила Сибири» можно пренебречь на стадии проектирования;

- проявление антропотехничности МГ возможно только на стадии эксплуатации.

Коммерческие характеристики МГ «Сила Сибири» сведены в таблицу 2 и выглядят вполне заурядно:

Табл.2 Коммерческие характеристики МГ «Сила Сибири»

Протяженность первой очереди	Диаметр трубы	Рабочее давление	Пропускная способность	средняя скорость потока
L=3200 Km.	1420 mm.	9.8Мра,(100атм)	61 млрд м ³ /год	25 м/с

Упомянутая «заурядность» позволила Газпрому начать строительство МГ еще в 2012 году, декларировать готовность проекта к концу первого квартала 2014 года и ввод в коммерческий режим в 2016 году

II. Анализ и постановка задач

В действительности «заурядность» МГ «Сила Сибири» и принимаемые проектировщиками допущения иллюзорны по следующим основаниям:

1. Высоты, на которых прокладывается газопровод «Сила Сибири», колеблются в диапазоне 150м - 1300 м над уровнем моря. А это означает не инвариантность режима течения газа относительно сдвига по магистрали;
2. Годовые колебания температур лежат в интервале [-55⁰С; + 40⁰ С].- Это означает не инвариантность режима течения газа относительно сдвига по времени, в частности- ускоренное старение;
3. Участки газопровода в Якутии укладываются в районах вечной мерзлоты различных типов, через сейсмоопасные зоны с возможной магнитудой выше 9 баллов по шкале MSK-6.- Это означает возможность возникновения в потоке газа волн давления с широким спектром частот и разрывы трубопровода;
4. Чаяндинское месторождение насыщено газогидратами. Это означает возможность возникновения газогидратных пробок, распределенных случайным образом по магистрали (предположительно по Пуассону-Эрлангу).

Одним из следствий п.1-п.4 может быть развитие деформаций и разрывы участков МГ;

Планируемая иерархическая система управления МГ «Сила Сибири» проектируется как автоматизированная система управления локальной Сложной Технической Системы /СТС/. Иными словами: в проекте не считаются принципиальными ни эффект запаздывания управления, ни Антропотехничность МГ «Сила Сибири». С особенностями, аналогичными перечисленным в п.1-п.4, уже встречались проектировщики, строители и эксплуатационники магистрального нефтепровода «Восточная Сибирь - Тихий Океан (ВСТО)».

Упомянутые особенности инициировали разработку «Специальных норм проектирования и строительства МН ВСТО» и руководящих документов [3].

Указанные «Нормы» и РД расширили область применения норм СНиП на «проектирование нефтепроводов с давлением свыше 10 МПа, прокладываемых в зонах с вечномёрзлыми грунтами, в районах с высокой сейсмичностью». Тем не менее, при вводе в эксплуатацию МН ВСТО выявилось: устойчивое функционирование обеспечивается только до достижения порога 60% проектной мощности. Указанное обстоятельство потребовало разработки дополнительных технических решений, внедрение которых еще не завершено. В случае МГ «Сила Сибири» могут возникнуть аналогичные трудности, а упомянутая в п.4 насыщенность газогидратами может инициировать образование газогидратных пробок и деформацию участков МГ.

Очень существенно, что деформация не остается локальной, но распространяется по газопроводу со скоростью 250-300 м/с [4]. Газогидратные пробки в МГ и развитие деформаций повсеместно рассматриваются как одно из основных препятствий на пути обеспечения безаварийности и эффективности МГ. Безаварийность МГ определяется такими условиями как:

- а) Техническим состоянием МЕ;
- б) Эффективностью работы оператора (диспетчера); в) Рациональностью использования приборов и оборудования линейным персоналом.

Выполнение условий Б-В обеспечить не всегда удастся, поскольку фактические режимы работы любых сложных технических систем (в том числе и МГ) всегда отличаются от проектных. Кроме того, практика показывает, что в сейсмоопасных районах устойчиво и эффективно работают только те АТС, в которых предусмотрена адаптивность режимов и управления. Таким образом, авторами перечислены основания утверждений:

II.а) Аварии и техногенные катастрофы на МГ не просто возможны - они настолько «злободневны», что оценки их вероятности публикуются в годовых прогнозах МЧС. Следовательно, необходим мониторинг всех участков МГ с целью обнаружения выхода параметров за границы регулирования, прогнозирования возникновения аварийных ситуаций и минимизации их последствий.

II.б) Термодинамические соображения указывают на превалирование турбулентного характера течения газа в магистральных газопроводах класса «Сила Сибири», что подтверждается термическими замерами. Тем не менее, необходимость термодинамических расчетов и прогнозов не отражена в технических заданиях на проектирование МГ класса «Сила Сибири» [5]. Кроме того опыт эксплуатации подтверждает: параметры МГ не остаются стационарными и достаточно быстро эволюционируют.

Иными словами уже на стадии строительства и авторского сопровождения необходимо рассматривать систему МГ как адаптивную АТСТС, то есть предполагать наличие «памяти», цели и предусматривать механизмы адаптации. На первый взгляд последнее утверждение представляется противоречивым, поскольку предполагает одновременную(совместную) идентификацию и управление. О трудностях, возникающих при одновременном оценивании параметров объекта(переходных процессов) и его состоянии, известно достаточно давно [6].

Поскольку цели АТСТС измеримы и имеют переменную количественную характеристику, возникает возможность отслеживания траектории АТСТС в пространстве параметров(конфигураций)[7]. Упомянутая траектория является одним из элементов системы прогнозирования состояния АТСТС. Поскольку вербальное описание АТСТС громоздко, становится очевидной необходимость построения математической модели, в явной форме учитывающей антропотехничность МГ класса «Сила Сибири». В такой общей и «безадресной» форме требование построения математической модели у газовщиков отторжения не вызовет, но и стимулом к разработке не станет. И дело тут не в том, что известные математические модели АТСТС либо тривиальны, либо очень сложны.

Причины настороженного отношения к математическим моделям значительно глубже- они основаны на неявном **методологическом тезисе: производственный объект не идентичен предмету рассмотрения, конструируемому в науке**, в частности — **математической модели**. Другим основанием игнорирования математических моделей является различие диалектов, которые используют менеджеры и технологи.

Именно: менеджеры обычно используют диалект экономический, технологи топливно-энергетического комплекса говорят на диалекте геометрии и механики потоков. Выше перечисленные утверждения имплицитно еще одно: самая широкая и общая модель окажется недостаточной и для строителей, и для эксплуатационников МГ «Сила Сибири», то есть необходим атлас моделей. Логико-алгоритмический критерий полноты атласа авторами построен, но его программная реализация еще не завершена. При этом авторы надеются построить описание критерия на языке, отличном от формализма Клауз [8]. Сделаем два замечания: 1) техника отличается от естественных наук не только наличием вышеупомянутых «диалектов»- техника и естественные науки требуют разных языков потому, что решают разные задачи. Поясним: от естественнонаучных теорий требуется универсальность, от технических систем— надежность и предсказуемость.

Эти достаточно ясно различимые мировоззренческие концепции могут сосуществовать только в рамках абстракций математики, обеспечивающей их строгость и непротиворечивость.

2) Поскольку проект АТСТС «Сила Сибири» запланирован к завершению на первый квартал 2014 года, то на стадии его приемки и корректировки еще могут быть учтены следующие минимально-необходимые решения:

- 1) Задачи прогнозирования и мониторинга состояния МГ «Сила Сибири» в реальном времени.
- 2) Задачи адаптивного управления штатным режимом газопровода.
- 3) Задачи активного оператора
- 4) Задачи практического прогнозирования землетрясений в районе общего коридора МН ВСТО и МГ «Сила Сибири» .

Оказывается, что задачи $\{(1),(2),(3)\}$ попарно взаимно обусловлены, а вся тетрада является ядром концепции управления магистральным нефтепроводом «Сила Сибири».

III.Решения задач

Решения задач $\{(1),(2)\}$ обеспечивающих эффективность, надежность и управляемость МГ класса «Сила Сибири» предполагают построение нескольких критериев и математических моделей. Или кратко: необходимо построение АТЛАСА моделей. Добавочное условие- «решение за разумное время» (то есть в очень сжатые сроки) требует усилий больших коллективов, информационных и иных ресурсов. Тем не менее, используя идеи и результаты, полученные в работах [9], [10], авторам удалось внести вклад в решение $\{(1),(2)\}$.

В частности, на основании [9] построены интегральная адаптивная модель прогноза отказов МГ и выполнена ее программная реализация. Для перевода программы в коммерческий продукт необходимы данные, которые могут предоставить только владельцы МГ. На трудности в получении подобной информации авторы указали в первом разделе доклада. Широко известно, что разрыв рабочего участка магистрального газопровода(по любой причине) в 99% случаев инициирует серьезную аварию [11], тем не менее при построении решения подзадачи оперативного мониторинга состояния участков МГ получить достоверные репрезентативные данные авторам не удалось.

Несмотря на трудности информационного обеспечения, авторами была решена задача определения пространственно-временных границ устойчивого управления МГ. Построение было проведено на основе авторской работы [10] но с учетом нелинейности акустического поля, сопряженного с потоком турбулизованного газа в реальных условиях.

Вторая подзадача оперативного мониторинга - задача активного оператора, оказалась сопряженной с инженерной психологией и требует получения дополнительной эмпирической информации по следующим основаниям:

1) По статистике Ростехнадзора более 50% аварийных ситуаций на трубопроводном транспорте возникает по вине операторов.

2) операторы в своих объяснительных с удивительной согласованностью ссылаются на три «дефицита»: дефицита времени, дефицита средств и способов, дефицита информации.

Такое «единодушие» разнесенных во времени и пространстве операторов не может быть случайным и достойно внимания профессиональных психологов. Собственно такие вопросы рассматривались отечественной школой психологии[12], но после 1991-93 годов свою значимость утратили, средства противодействия «трем дефицитам» так же были забыты. Авторы настоящего доклада не являются психологами, (тем более профессиональными) и с проблемой «трех дефицитов» соприкасались только как участники расследования аварийных ситуаций. Равным образом авторам невольно приходилось принимать участие в создании паллиативных средств ликвидации упомянутого дефицита.

Одним из таких средств явилось создание алгоритма и программы, минимизирующих ущерб от ошибок второго рода, совершаемых операторами. Эта задача сложна и является структурно обратной к задаче Дж.фон Неймана: «создание «надежных систем из ненадежных элементов». В штатном режиме работы в комплекс задач АСУ МГ задача оператора формулируется как: обеспечить устойчивость по управлению распределенной (т.е. управляемой «с запаздыванием») сложной технической системы (РСТС), подсистемы которой надежны по предположению. В качестве паллиативного решения «проблемы трех дефицитов» авторами был усовершенствован метод Q-сумм, рассмотренный в [10]. Усовершенствование свелось к математическому обоснованию метода теоремами Ито и написанию программы визуализации. По мнению авторов, указанное паллиативное решение соответствует нормам инженерной психологии [13], но без экспертизы специалистов авторы не решаются предлагать указанную разработку к внедрению.

Относительно задачи практического прогнозирования землетрясений в районе общего коридора МН ВСТО и МГ «Сила Сибири» авторы считают целесообразным сообщить: эта задача решена и доведена до коммерческого использования институтом кибернетики НАНА (Азербайджан).

По указанной причине ограничимся краткой справкой: упомянутая мониторинговая система базируется на анализе шумов, что позволяет за 12-20 часов заранее предупреждать о землетрясении в радиусе 300-400 километров.

Более подробное описание системы и необходимые данные для связи с изготовителем имеются у третьего соавтора настоящего доклада. Сделаем заключительное замечание: авторам неоднократно приходилось убеждаться в прозорливости А.Г.Гликмана, публично заявлявшего: «<...> аварии на трубопроводах являются настолько выгодными для тех, кто их обслуживает, что никаких мероприятий, которые могли бы уменьшить вероятность аварий, они проводить не будут» [1]. И все же авторы надеются: в конкретном случае общего коридора МН ВСТО и МГ «Сила Сибири» прогноз А.Г.Гликмана окажется ошибочным.

IV. Выводы

1. Средства, необходимые для обеспечения безаварийности магистрального

трубопроводного транспорта в условиях Арктики, разработаны и могут быть внедрены в разумные сроки.

2. Внедрение упомянутых средств требует инициативного интереса и непосредственного участия государственных структур

Литература

1. Сборник докладов и материалов VII Международного форума по промышленной безопасности. Санкт-Петербург, 2009г, 108 стр; РД Газпром 39-1.10-084-2003 и др.

2. Федеральный Закон РФ "О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера" от 21.12.1994 года; №116-ФЗ от 21 июля 1997 г.; №123-ФЗ от 22 07 2008 и др.

3. 3) СНиП 2.05.06-85* ; СНиП III-42-80* ; РД-16.10-74.20.00-КТН-058-1-05..

4. 4) Texter H.G. Oil well casing and tubing troubles./ Drilling and Production Practice, 1955, p 7-58/, 1955, p 7-58/

5. Кудряшов Б.Б, Литвиненко В.С, Сердюков С.Г. Вопросы достоверности тепловых расчетов магистрального газопровода; Журнал технической физики. 2002, том 72, вып 4. Стр. 1-5.

6. Ljung L. Asymptotic behavior of the extended Kalman filter as a parameter estimator for linear systems/IEEE Trans. Automat. Control. 1979. AC-24. №1. P. 36-50.

7. Vasily Makarov, Tahir Alizada. Algorithm of estimation of evolving models parameters. PCI-2008; Volume II, 159-162 p. www.pci2008.scitnce.az/3/34.pdf.

8. Ковальски Р. Логика в решении проблем. М. «Наука» ФМ, 1990г. 278 стр. Сборник материалов конференции «Теоретические и практические аспекты исследований природных и искусственных газовых гидратов», г. Якутск, 24-28 августа 2011 г.

9. Vasiliy Makarov, Michael Iudin, Andrey Krinichiy. System approach to the problem of complicated technology reliability. PCI-2008; Volume II, 159-162 p. www.pci2008.scitnce.az/3/34.pdf
10. Vasiliy Makarov, Tahir Alizada, Lyubov Ebert. Integral Model of Monitoring the Oil-Trunk Pipelines in Earthquake-Prone Regions/ **IEEE** PCI-12
11. СТО РД Газпром 39-1.10-084-2003; СТО Газпром 2-2.3-095 - 2007 Методические указания по диагностическому обследованию линейной части магистральных газопроводов.
12. Ломов Б.С, Смирнов Б.А. Деятельность оператора в системе "человек-машина". В кн.: Основы инженерной психологии и. М.: высшая школа, 1977, с. 95-123.
13. Венда В.Ф. Видеотерминалы в информационном взаимодействии. М.: Энергия, 1980. -200 с.

Митько В.Б., Митько А. В., Зимин Н.С.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОБСТАНОВКИ В АРКТИКЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Арктическая общественная академия наук,
Холдинговая компания «Ленинец»*

В настоящее время на основании действующих федеральных документов - Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, законы № ФЗ-16 «О транспортной безопасности», № ФЗ-35 «О противодействии терроризму», № ФЗ-261 «О морских портах в Российской Федерации...», Указ Президента РФ № 1167 «О неотложных мерах по повышению борьбы с терроризмом», Постановление Правительства РФ № 324 «Об утверждении Положения о федеральной системе защиты морского судоходства от незаконных актов, направленных против безопасности мореплавания», различные ведомства самостоятельно и независимо друг от друга развивают автоматизированные системы мониторинга обстановки (АСМО) для обеспечения безопасности жизнедеятельности в рамках своего назначения. Вместе с тем, в соответствии с Концепцией формирования и развития единого информационного пространства Российской Федерации и соответствующих государственных информационных ресурсов, одобренной решением Президента РФ № Пр-1694, в основу государственной политики в рассматриваемой области должна быть положена интеграция информационных ресурсов различных ведомств, независимо от форм собственности.

Отсутствие интеграции информации систем мониторинга обстановки различного ведомственного подчинения приводит к следующим последствиям:

- дублированию различными министерствами и ведомствами работ по созданию элементов, комплексов и систем освещения обстановки;
- распылению государственных ресурсов, выделяемых из бюджета страны на работы по получению и управлению информацией об обстановке;
- низкой эффективности использования данных и снижению качества обслуживания потребителей информацией об обстановке.

Интегрирование информации ведомственных систем мониторинга обстановки наиболее целесообразно производить на региональном уровне, т.к., именно здесь они получают максимальный объем информации об обстановке и имеют возможность наиболее эффективно ее использовать, в связи с чем должны создаваться региональные интегральные автоматизированные системы мониторинга обстановки (РИАСМО) путем объединения информации ведомственных АСМО, совместно действующих в едином регионе.

Разработанная по поручению Правительства Российской Федерации № СИ-П7-2273 от 10.04.2010 года концепция системы освещения обстановки в Арктическом регионе (СОО в Арктике) предусматривает ее создание путем сбора и объединения информации всех ведомственных АСМО с последующей выдачей им и другим заинтересованным потребителям интегральной информации. Основными концептуальными предложениями по СОО в Арктике являются:

- цель создания системы – формирование единого информационного пространства систем государственного и военного управления Российской Федерации путем интеграции информационных ресурсов, систем и средств мониторинга (освещения) обстановки различного ведомственного подчинения;
- назначение системы – обеспечение органов государственного и военного управления России обобщенными данными об обстановке и состоянии среды в масштабе, близком к реальному времени и данными о движениях надводных, подводных и воздушных целей;
- метод построения системы – интеграция ресурсов, существующих, создаваемых и развивающихся информационных систем различного ведомственного подчинения;
- организационная системообразующая структура – главный информационный центр (федеральный уровень) и информационные центры регионального уровня.

Таким образом, в соответствии с рассматриваемой концепцией, СОО в Арктике должна содержать региональный информационный центр (РИЦ) сбора и обработки информации, связанный каналами обмена информацией с АСМО других ведомств, действующих в Арктическом регионе (рис.1). В связи с этим, при практической реализации такой системы необходимо будет решить множество сложнейших, зачастую противоречивых, задач, таких как:

1) назначить общегосударственного (межведомственного) хозяина РИЦ, действующего одинаково ответственно в интересах всех заинтересованных ведомств, использующих информацию системы;

2) обеспечить сбор и обработку общей информации с максимальными точностями и минимальными задержками, присущими лишь некоторым из участников интегральной СОО, например, береговой системе управления движением судов (СУДС) Росморречпорта, что потребует огромных капитальных вложений в модернизацию и замену средств технического наблюдения других ведомственных участников системы;

3) обеспечить функционирование всех ведомственных АСМО с приоритетом интересов интегральной СОО, т.е. ведомственным структурам должны быть навязаны требования сверх необходимых каждой из них для выполнения своего назначения, вплоть до регламента ежедневного функционирования.

Решение перечисленных и сопутствующих задач практически невыполнимо в обозримо короткие сроки при разумных финансовых затратах, что и отмечено в концепции СОО в Арктике, а также подтверждается продолжением активного независимого развития ведомственных АСМО. При этом, следует обратить внимание, что вырабатываемая в РИЦ интегральная информация фактически никому из участников СОО не нужна, т.к. каждый из них будет использовать свою и некоторую дополнительную информацию от других участников, полезную для выполнения ими своего назначения.

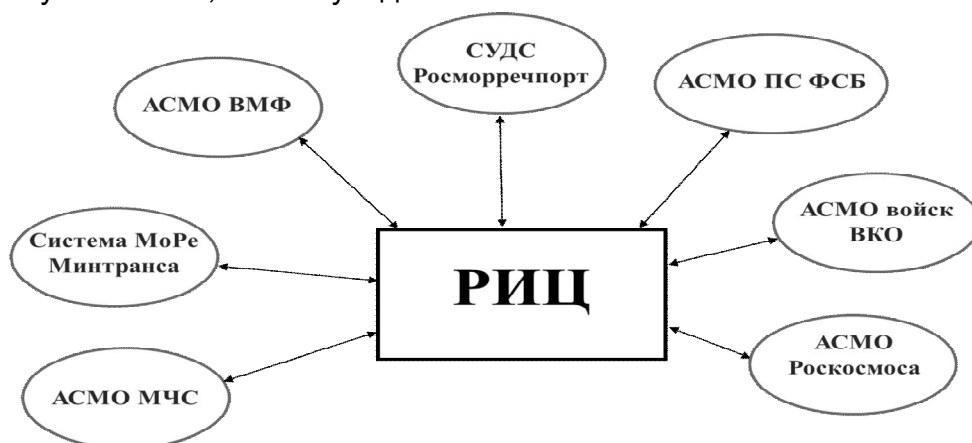


Рис.1. Структурная схема СОО в Арктике.

Безусловно РИАСМО должны создаваться путем интеграции информации ведомственных и другие АСМО, совместно действующих в едином регионе, но, в отличие от рассмотренной концепции СОО в Арктике, предлагается их создавать без общего РИЦ, при этом в качестве системообразующего элемента РИАСМО будет выступать подсистема обмена информацией между ее участниками (рис.2). Создание такой подсистемы обмена информацией не требует специальной проработки, т.к. уже регламентировано законом РФ № 24-93 «Об информации, информатизации и защите информации» и к настоящему времени хорошо освоено на базе Ethernet-технологий.

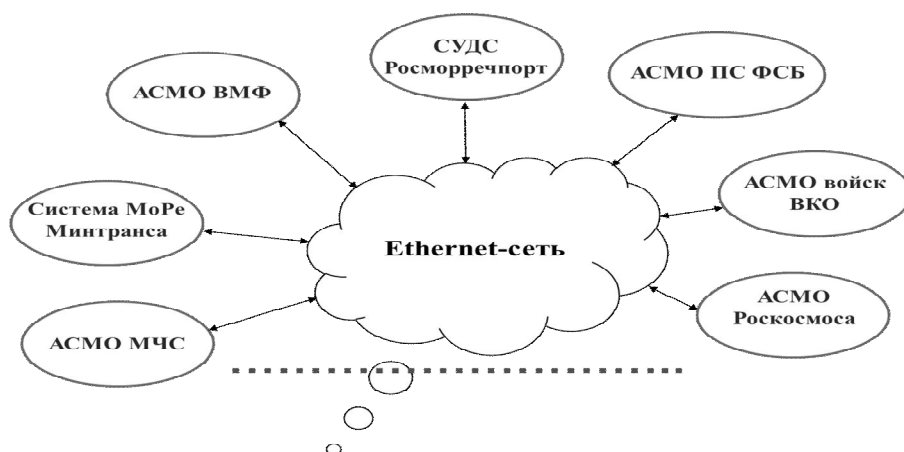


Рис.2. Структурная схема РИАСМО.

Предлагаемая схема построения РИАСМО позволяет избежать большинства указанных выше недостатков СОО в Арктике, при этом не нужен будет единый хозяин системы, а достаточно назначить государственный межведомственный орган научно-методического сопровождения согласованного развития ведомственных АСМО в рамках РИАСМО. Таким координирующим органом в каждом регионе может стать соответствующий филиал или институт Российской Академии Естественных Наук; применительно к Арктическому региону выполнение указанной функции может быть возложено на Арктическую академию Наук.

Предлагаемая концепция РИАСМО, в применении к надводному наблюдению, также рассматривалась на Экспертном совете при Главнокомандующем ВМФ, была одобрена и рекомендована к внедрению в системах охраны прибрежной зоны.

Таким образом, внедрение нецентрализованной РИАСМО дает для каждой из участвующих в этой системе сторон ряд дополнительных технических и эксплуатационных преимуществ:

- в связи с введением политики согласованного развития ведомственных АСМО в рамках РИАСМО исключается дублирование средств наблюдения и существенно уменьшатся капиталовложения в развитие каждой ведомственной системы;
- заметно увеличится зона действия, надежность и эффективность каждой ведомственной АСМО за счет поступления информации от соседей;
- открываются широкие возможности унификации процессов автоматического получения, обработки, отображения и трансляции информации во всех ведомственных АСМО;
- повышается безопасность мореплавания как гражданских судов, так и военных кораблей;
- расширяются возможности решения острых экологических проблем региона, включая вопросы ядерной и радиационной безопасности в местах базирования сил флота и интенсивного судоходства;
- появляется возможность применения в ведомственных АСМО единых модульно-иерархических структур, что позволит осуществлять их поэтапное развитие и тиражирование без дополнительных затрат на повторное проектирование.

В существующих условиях эскалации террористической деятельности особое место среди задач обеспечения безопасности жизнедеятельности занимает задача предупреждения угроз террористического и криминального характера важным объектам инфраструктуры различных ведомств. Террористические и криминальные угрозы могут приводить к нарушениям функционирования объектов на длительный срок, к большим экономическим потерям и человеческим жертвам. За рубежом, наряду с силами проведения специальных операций, стремительными темпами развиваются технологии, позволяющие создавать роботизированные технические средства и, прежде всего, автономные необитаемые и необслуживаемые малоразмерные аппараты для решения задач специальных операций. В связи с этим, для обеспечения эффективной охраны важных объектов, необходимо в составе ведомственных АСМО предусматривать специальные локальные автоматизированные подсистемы контроля обстановки (АСКО), работающие прежде всего по малым и сверхмалым целям, таким как малое плавсредство, автомобиль, дельтаплан, пешеход, пловец и т.п.

В настоящее время администрации важных ведомственных объектов обязаны самостоятельно и за счет собственных средств создавать системы их охраны, так, морские администрации портов обязаны выполнять такую работу в соответствии с ФЗ № 261. Учитывая, что на разработку серьезных охранных систем администрации необходимого финансирования не имеют, но задачу

формально должны выполнять, появились многочисленные предложения технического и организационного характера невысокой стоимости, решающие частные задачи с крайне сомнительным качеством.

Учитывая, что задача охраны различных объектов в большой степени может быть унифицирована, для уменьшения затрат времени и финансов на проектирование АСКО и обеспечение высокой эффективности их функционирования целесообразно:

- ввести такие системы в ранг финансируемых и контролируемых государством систем, аналогично системам обеспечения навигационной (эксплуатационной) безопасности, таких как СУДС, для чего следует разработать соответствующую нормативную базу АСКО, которая должна быть положена в основу решения задач проектирования, развертывания, сертификации и эксплуатации таких систем;
- под государственным контролем (в рамках государственной программы) разработать типовую АСКО, включающую в себя все необходимые виды оборудования для обеспечения контроля надводной, подводной, наземной и воздушной обстановки, на базе которой будут разрабатываться АСКО для конкретных объектов охраны.

АСКО предназначена для обеспечения надежного автоматического обнаружения, классификации, определения координат и параметров движения объектов-нарушителей на водной и земной поверхности, в прилегающем к ним воздушном пространстве и под водой, днем и ночью в любых погодных условиях на расстояниях, обеспечивающих своевременное применение сил и средств защиты охраняемого объекта для предотвращения нанесения ему ущерба со стороны объекта-нарушителя.

Решаемые задачи:

- 1). Автоматическое обнаружение появления новых объектов на подходах, границах и внутри охраняемой зоны.
- 2). Автоматическое определение координат и параметров движения обнаруженных объектов.
- 3). Автоматическая или автоматизированная (с участием оператора) классификация обнаруженных объектов, выделение объектов-нарушителей.
- 4). Автоматический сбор, объединение и хранение информации от всех датчиков системы.
- 5). Отображение интегральной информации на экране АРМ оперативного дежурного системы на фоне электронной карты контролируемой зоны с выдачей ему свето-звукового сигнала о факте обнаружения объекта-нарушителя.
- 6). Автоматическая выдача оповещения и другой информации по обнаруженным нарушителям службе защиты охраняемого объекта и другим заин-

тересованным структурам.

Перечень основных типов нарушителей:

- малоразмерные надводные объекты, в том числе дистанционно управляемые, со скоростями хода до 55 уз;
- малоразмерные летательные аппараты с высотой полета до 3 км и скоростями до 50 м/с, в том числе моторные дельтапланы;
- малоразмерные подводные автономные и дистанционно управляемые средства доставки, а также подводные пловцы;
- наземные транспортные средства всех типов, люди, животные.

В состав типовой АСКО входят:

АСН осуществляет автоматическое решение 1 и 2 задач АСКО в надводной, наземной и прилегающей воздушной областях охраняемой зоны (рис.3).

АСП осуществляет автоматическое решение 1 и 2 задач АСКО в подводных областях охраняемой зоны.

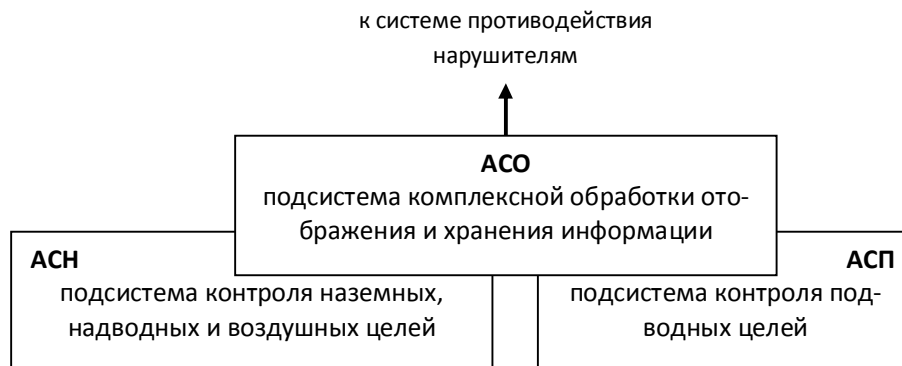


Рис.3. Структурная схема типовой АСКО

Вся полученная в АСН и АСП информация интегрируется в АСО, которая решает задачи 3, 4, 5 и 6, а также обеспечивает оперативное централизованное управление/контроль оборудования всей системы.

Основу АСО составляет автоматизированное рабочее место сменного оператора (АРМ-О) и технологическое (АРМ-Т), обслуживаемое радиотехником. АРМ-О оборудовано несколькими операторскими рабочими станциями (ОРС), обеспечивающими наблюдение всей получаемой информации и дистанционное управление аппаратурой АСКО.

В АСН входят (рис.4):

- система технического контроля поверхности и воздушного пространства на подходах к охраняемой зоне и внутри нее (СТК-ПОВ) на базе радиотехнического оптико-электронного комплекса (РТОК);
- система технического контроля периметра охраняемой зоны (СТК-ПЕР) на базе автоматизированной сигнализационно-разведывательной системы

(АСРС).

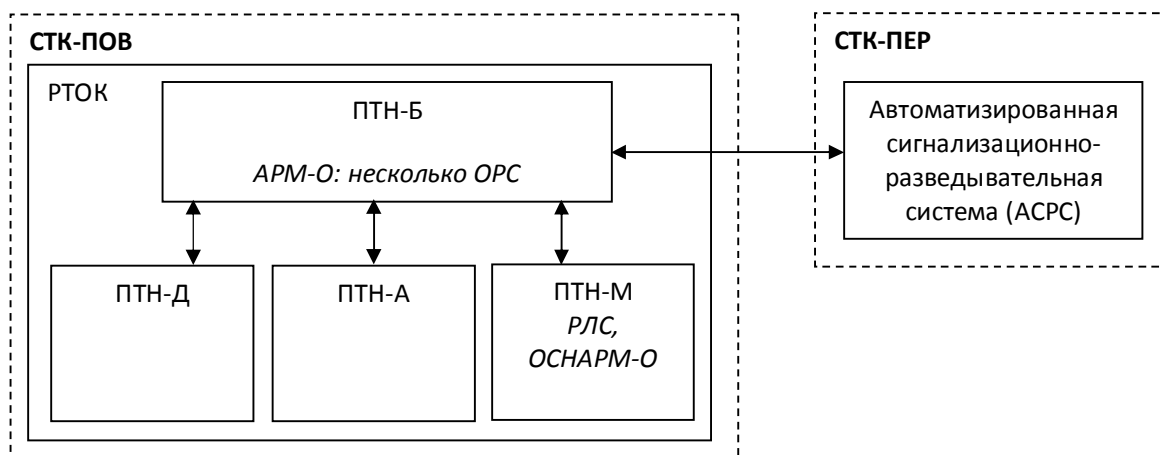


Рис.4. Структурная схема типовой АСН

РТОК составляют пост технического наблюдения базовый (ПТН-Б), где установлены АРМ-О и АРМ-Т, дистанционные необитаемые (ПТН-Д), обитаемые автономные (ПТН-А) и мобильные (ПТН-М) посты. ПТН оборудуются специальными радиолокационными станциями (РЛС), способными наблюдать малые и сверхмалые цели, а также оптическими телевизионными/тепловизионными системами наблюдения (ОСН).

АСРС представляет собой комплект разведывательно-сигнализационных устройств, связанных по радиоканалу с АРМ-О, собирающих информацию об обстановке по периметру территории охраняемого объекта.

Основу АСП составляет гидроакустический комплекс, состоящий из стационарных гидроакустических станций (ГАС), системы стационарных датчиков обнаружения и автономных подводных необитаемых аппаратов.

Функционирование рассматриваемой АСКО могут обеспечить всего два человека:

- сменный оператор, решающий задачи технического использования оборудования системы,
- радиотехник, решающий задачи технического обслуживания оборудования системы.

Список литературы

1. Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2010 г. № 2205-р.
2. О Федеральной целевой программе «Мировой океан» . Указ Президента РФ от 17 января 1997 г. N 11 (РГ 97-18).

3. Федеральная целевая программа "Развитие гражданской морской техники" на 2009 - 2016 годы. Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 21 февраля 2008 г. № 103.

4. Митько В.Б., Зимин Н.С., Митько А.В. Принципы создания интегральных систем мониторинга обстановки. Новый оборонный заказ. № 02(24), февраль 2013, с. 46-51.

5. Митько А.В., Колесниченко В.В. Пути развития системы подводного комплексного мониторинга в Северо-Западном регионе // Труды конференции «Экология 2011- море и человек». - Таганрог, 2011.- С.112-116.

6. Митько А.В. Развитие системы освещения подводной обстановки в Арктическом регионе // Труды Конгресса «Цели развития тысячелетия и инновационные принципы устойчивого развития Арктических регионов России». Научно - практическая конференция «Научоёмкие и инновационные технологии в решении проблем прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций и их последствий» - СПб., 2011.- С. 12-15.

7. Митько А.В. Перспективы развития информационного обеспечения Арктического региона с учётом гидрометеорологических факторов. // Труды научной конференции «Региональная информатика-2012» («РИ-2012»). СПб, 2012. – С. 334-335.

8. Митько А.В., Зимин Н.С. Технические направления обеспечения безопасности мореплавания и портов. // Труды конференции «Экология 2013- море и человек». - Таганрог, 2013.- С. 84-88.

Бродский П.Г, Илюхин В.Н.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ – АКТУАЛЬНЫЙ ВОПРОС РАЗВИТИЯ АСО МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт

«Ассоциация развития поисково-спасательной техники и технологий»

В настоящей статье на основе оценки состояния АСО морских объектов РФ обосновывается необходимость разработки комплексной поисково-спасательной системы, которая должна обеспечить безопасность морской деятельности Российской Федерации на Арктическом региональном направлении. В соответствии с «Основами государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» , утвержденными 18 сентября 2008 г. Президентом Российской Федера-

ции, развитие морской деятельности на Арктическом региональном направлении является приоритетным направлением национальной морской политики.

В настоящее время в прибрежной и шельфовой зоне Российской Федерации формируется относительно новый, масштабный вид хозяйственной деятельности - морская добыча нефти и газа. По возможностям развития новых крупных нефтегазодобывающих районов в России первое место занимают Арктические моря. Разработка нефтегазовых месторождений в данном регионе характеризуется, прежде всего, необходимостью вложения очень больших финансовых средств и преодоления сложных природных условий на основе имеющихся в России и за рубежом достижений науки, техники и технологии. (Рис.1).

Однако Арктика, как важнейший стратегический регион, является зоной интересов не только арктических государств – России, США, Канады, Дании, Норвегии, – но и Европейского союза и других стран с развитой экономикой, таких как Китай и Япония. Их привлекают, прежде всего, перспективы освоения нефтегазового потенциала арктического континентального шельфа, а также возможность сокращения маршрутов трансконтинентальных перевозок. Через Арктику проходят кратчайшие морские пути между рынками Северо-Западной Европы и Тихоокеанского региона. Так, при использовании эталонного маршрута Роттердам – Йокогама расстояние по южному маршруту через Суэцкий канал составляет 11 205 морских миль, а при использовании Северного морского пути расстояние по этому маршруту сокращается на 3860 морских миль, или на 34%. Кроме того, прогнозируемые последствия глобального потепления климата и активизация пиратских нападений на суда, следующих южными маршрутами, повышают интерес судовладельцев к арктическим трассам.

При реализации стратегических планов развития морской деятельности, в том числе в Арктике приходится учитывать существующие риски, связанные с вероятностью крупных аварий и катастроф на морских объектах и транспортных системах, а также возможность ущерба, возникающего при этом. Аварии и катастрофы на море всегда имеют широкий общественный резонанс и болезненно воспринимаются всеми слоями населения, что отрицательно сказывается на престиже страны. При этом аварии, несмотря на использование все более совершенных технико-технологических решений, продолжают возникать и приводят к гибели людей, экологическому и экономическому ущербу.

Исходя из этого, а также в силу особого характера среды, необходимым условием реализации задач долгосрочного социально-экономического развития в Арктике в области морской деятельности является обеспечение безо-

пасности морского и водного транспорта, объектов обустройства морских нефтегазовых месторождений, других объектов ведения морской деятельности.



Рис.1 Схема транспортировки углеводородного сырья в Арктике

Обеспечение безопасности, которое в общем случае рассматривается как мера защищенности персонала опасного объекта, населения региона и окружающей среды от последствий аварий, становится одним из основных требований к функционированию морских объектов. В реализации этого требования важное значение имеет четкая организация планирования и проведения мероприятий аварийно-спасательного обеспечения (АСО), как одного из элементов системы безопасности морских объектов, так и одного из факторов, демпфирующих существующие угрозы.

Аварийно-спасательные работы на море в условиях высоких широт проводятся в рамках системы поиска и спасания на море в Арктической зоне Российской Федерации, являющейся составной частью Федеральной системы системы поиска и спасания на море Российской Федерации.

Под системой поиска и спасания на море в Арктической зоне Российской Федерации понимается совокупность сил, средств, органов управления и мероприятий, предназначенная для осуществления поиска и спасания людей, оказания помощи силам министерств и ведомств, получившим аварийные повреждения, а также выполнения водолазных, глубоководных, судоподъемных и других подводных работ в интересах Российской Федерации.

Основными задачами, решаемыми системой поиска и спасания при проведении аварийно-спасательных работ на море в Арктической зоне Российской Федерации, вытекающими из международных конвенций и кодексов в области обеспечения безопасности мореплавания, поиска и спасания на море, обеспечения экологической безопасности и ликвидации разливов нефти на море и закрепленными положениями федеральных нормативных правовых актов, являются:

- поиск и спасание людей, терпящих бедствие на море, в закрепленных поисково-спасательных районах вне зависимости от их статуса, ведомственной и национальной принадлежности;

- готовность сил и средств к поиску и оказанию помощи аварийным судам и объектам на морских акваториях и в морских портах;

- готовность сил и средств к ликвидации разливов нефти на море с судов и объектов в зоне ответственности национальной системы Российской Федерации, независимо от их ведомственной и национальной принадлежности.

В соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации данные государственные задачи распределены между соответствующими федеральными органами исполнительной власти. Поиск и спасание людей, терпящих бедствие на море и внутренних водах Российской Федерации, осуществляется на принципе взаимодействия существующих ведомственных аварийно-спасательных служб Министерства обороны, Министерства транспорта, МинЧС, Государственного комитета по рыболовству, Федеральной пограничной службы, Министерства природных ресурсов, Российской академии наук. Взаимодействие аварийно-спасательных служб Российской Федерации при организации поиска и спасания людей, терпящих бедствие на море и водных бассейнах России определяется «Положением о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств и ведомств и организаций на море и водных бассейнах России», утвержденным руководителями 11 министерств и ведомств и зарегистрированным Министерством юстиции РФ 28.07.95 г. № 917.

Не смотря на проведение в период 1993-2012 гг. ряда мероприятий по совершенствованию Федеральной системы спасения на море в настоящее время имеют место проблемные вопросы функционирования системы поиска и спасания людей на море, основанной на взаимодействии федеральных органов исполнительной власти. Опыт проведения поисковых, аварийно-спасательных, подводно-технических, водолазных и глубоководных работ при авариях кораблей, морских и воздушных судов на море выявил:

- несовершенную структуру, организацию и недостаточную оперативность федеральной системы поиска и спасания на море в РФ;
- несоответствие современным условиям действующей нормативно-правовой базы по вопросам поиска и спасания на море современным требованиям;
- недостаточную обеспеченность современными средствами поиска и спасания на море ведомственных аварийно-спасательных служб;
- несовершенство существующих систем сбора и обработки информации об авариях и принятия решений по их ликвидации, отсутствие единых баз данных о наличии и состоянии сил и средств -РФ, способных выполнять различные работы;
- необходимость совершенствования подготовки экипажей кораблей и судов по использованию индивидуальных и коллективных средств спасания, отсутствие достаточного количества современных учебно-тренировочных средств и центров подготовки к использованию средств спасания в большинстве ведомств

Указанные обстоятельства, а также отсутствие Федерального органа исполнительной власти, осуществляющего постоянное руководство деятельностью ведомственных аварийно-спасательных служб в повседневных условиях по вопросам федерального уровня (нормативное и правовое обеспечение, единая техническая политика, разработка единых стандартов подготовки специалистов, сертификация поисково-спасательной техники и т.д.), ограниченные финансовые возможности ведомственных структур, являются причиной ограничений дальнейшего развития системы АСО, дублирования направлений работ, и, как следствие, нерационального расходования бюджетных средств.

Главный практический недостаток существующей системы ПСО морской деятельности России заключается в отсутствии комплексного подхода к функционированию и развитию системы по причине ведомственной разобщенности (каждое ведомство решает на море свою задачу). **и как следствие этого** недостаточного уровня оперативного реагирования и наращивания сил и средств при ликвидации аварии .

К факторам, которые усложняют задачу АСО на арктических морях, относятся: сложные природно-климатические условия, большие расстояния от объектов добычи до береговой черты, неразвитость региональной системы реагирования на ЧС природного и техногенного характера.

В целом, острота и значимость рассматриваемой проблемы в значительной мере усугубляется значительным отставанием технико-технологического состояния системы ПСО от требуемого уровня, высоким

уровнем ущерба экономике и национальной безопасности России при возникновении аварий и ЧС ситуаций при ведении морской деятельности.

В этих условиях нужен принципиально новый подход, который позволил бы при минимизации затрат построить и оснастить систему поиска и спасения на море таким образом, чтобы она смогла с достаточным уровнем оперативно-тактической и технико-экономической эффективности решать задачи спасения на море.

По оценке экспертов, одной из основных тенденций современного мира, отражающейся в политиках различных морских стран, стал переход от секторального (отраслевого) или сугубо регионального к комплексному (интегрированному) развитию морской деятельности. Большинство государств, по вопросам безопасности, все больше внимания уделяет изучению и моделированию так называемых предаварийных ситуаций, совершенствованию технологий комплексного расчета рисков, учету неопределенности исходных данных. Принципиальная особенность использующихся в настоящее время за рубежом подходов к обеспечению безопасности заключается в создании систем, использующих технологии сквозной оценки и управления рисками, обеспечивающих их снижение до настолько малого уровня, насколько это может быть обеспечено разумными практическими мерами. Именно в рамках комплексного подхода, опирающегося на стратегическое прогнозирование и долгосрочное планирование морской деятельности, активно развиваются функциональные направления морской политики, в которых усилия государства сосредотачиваются на решении приоритетных, ключевых проблем.

В РФ в начале 2000-х годов прорабатывался вопрос создания комплексной системы безопасности освоения морских нефтегазовых месторождений в настоящее время при проектировании объектов морской инфраструктуры составной частью проектов является комплексная система обеспечения безопасности мореплавания [1-6].

Таким образом, учитывая навигационно-гидрографические особенности, большую площадь территории, очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий, высокую ресурсоемкость хозяйственной деятельности, **создание и функционирование системы поиска и спасения в арктических морях** должно быть в максимальной степени **основано на комплексном решении задач аварийно-спасательного обеспечения морской деятельности** в Арктическом регионе Российской Федерации.

Исходя из имеемого состояния сил и средств ПСО, особенностей выполнения указанных выше государственных задач по поиску и спасанию в Арктике следует, что для их выполнения наиболее необходимо наличие ком-

плексной поисково-спасательной системы, организационно и технически обеспечивающей все этапы поисково-спасательной операции.

Решение данного вопроса является сложной организационной и научно-технической проблемой, которая требует программно-целевого подхода к её решению и обусловлена следующими основными факторами:

- актуальностью угроз безопасности объектам морской деятельности России;
- состоянием проблемы безопасности объектов морской деятельности;
- расширением сферы морской деятельности в планах социально-экономического развития Российской Федерации;
- системным характером проблемы обеспечения безопасности объектов морской деятельности России и ее составной части АСО (ПСО).

Важное значение в вопросе организации управления силами в ходе проведения аварийно-спасательных работ имеет применение современных информационных технологий, обеспечивающих прием и обработку об аварийном объекте от различных источников информации, планирование поисковых и аварийно-спасательных работ, принятие эффективных управленческих решений и осуществление оперативного контроля их выполнения. Органы управления аварийно-спасательных формирований, координационные и аварийно-спасательные центры, задействованные в организации и проведении поисковых и аварийно-спасательных работ на море в Арктическом бассейне, существующие спасательные суда и ледоколы не оборудованы в должной мере данными автоматизированными системами управления. (Рис.2)

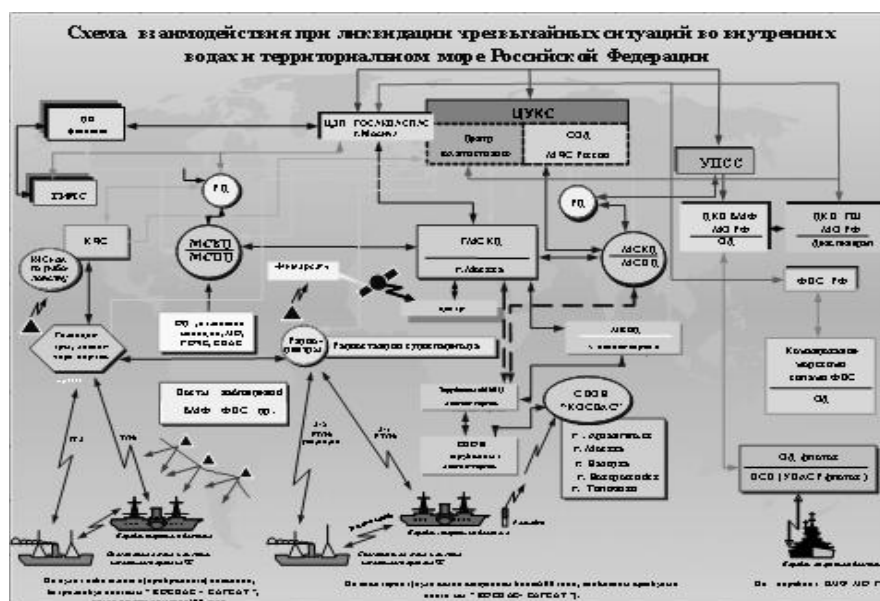


Рис.2. Схема взаимодействия при ликвидации чрезвычайных ситуаций

С учетом изложенного, а также исходя из многовариантности возможных чрезвычайных ситуаций в Арктике, указанных выше факторов и особенностей проведения поисково-спасательных работ реализация **требований к комплексной поисково-спасательной системе** предполагает:

- обеспечение требуемого количественного состава и уровня технического развития сил и средств поисково-спасательного обеспечения в Арктическом регионе;
- создание новых ледоколов, специализированных судов, привлекаемых к поисково-спасательному обеспечению на море;
- создание новых авиационных сил, привлекаемых к поисково-спасательному обеспечению на море;
- создание новых технических средств поисково-спасательной техники для высоких широт;
- создание новых технических средств проведения работ по ЛАРН в условиях низких температур, ледового покрытия, битого льда;
- создание новых технических средств по поиску и обследованию затонувших объектов;
- создание новых технических средств навигационно-гидрографического обеспечения в высоких широтах;
- создание новых технических средств оповещения и связи, в том числе с использованием космических сил и средств;
- создание новых технических средств борьбы с обледенением наружных поверхностей морских плавучих и стационарных объектов и его влиянием на работу оборудования;
- создание новых технических средств медицинского обеспечения при проведении аварийно-спасательных работ на море;
- создание новых и совершенствование существующих береговых аварийно-спасательных и координационных центров (Рис.3,4);
- совершенствование механизмов и повышение уровня взаимодействия сил, которые могут привлекаться к поисково-спасательному обеспечению на море в высоких широтах;
- совершенствование системы мониторинга и управления проведением аварийно-спасательных работ на море (Рис.5);
- разработку способов (методов) проведения поисково-спасательных работ в высоких широтах;
- повышение уровня подготовки кадров специализированных судов и ледоколов, стационарных и плавучих объектов на море применительно к деятельности в высоких широтах;

-
- Схема планируемой дислокации создаваемых
МСКЦ, МСПЦ в Арктической зоне
- Мурманск
Кольская
Синга
Архангельск
Плески
Нарьян-Фар
Нарьян-Фар
Дудинка
Хатанга
Туксис
Песчаный
Амдерма
Туксис
Западный
Туксис
- Созданное подразделение
Созданный район
- МСКЦ Мурманск
МСКЦ Дудинка
МСПЦ Плески
МСПЦ Туксис

- совершенствование системы базирования сил и средств поисково-спасательного обеспечения в Арктическом регионе;
- формирование необходимой нормативной правовой базы, регламентирующей вопросы АСО морской деятельности в Арктическом регионе;
- развитие дальнейшего сотрудничества в области поиска и спасания на море со странами Арктического региона.



27



Рис.5 Комплексная система мониторинга, предупреждения и ликвидации ЧС в Арктической зоне Российской Федерации

На основании изложенных выше основных особенностей выполнения поисково-спасательных работ в северных широтах можно заключить, что решение стоящих государственных задач целесообразно осуществлять на основе комплексной поисково-спасательной системы, создание элементов которой требует разработки отдельной государственной программы.

Литература

1. Федеральный закон от 09 февраля 2007 №16-ФЗ « О транспортной безопасности»
2. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу.// Утверждены Президентом Российской Федерации 18.09.2008г.
- 3.Стратегия развития морской деятельности России до 2013г.// Распоряжение Правительства Российской Федерации от 06.12.2010г. №2205-р.
- 4.А.П.Чуприян, И.А.Веселов Мероприятия , проводимые МЧС России по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктике// Арктика: экология и экономика.-2013.-№ 1(9).-С.70-77.
5. Алексеев С.П., Бродский П.Г., Катенин В.А. -Технологии НГО - системное решение проблем безопасности плавания .-Наука и транспорт.-2011.-с.52-55.

6. Илюхин В.Н. О системе поисково-спасательного обеспечения плавания по трассам Северного морского пути.- Морской бизнес Северо-Запада», СПб, № 4, 2012. С.19-33.

Митько А.В., Балашов К.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДВОДНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОДВОДНОГО МОНИТОРИНГА В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

*Арктическая общественная академия наук,
Российский государственный гидрометеорологический университет*

В настоящее время подводные исследовательские и поисковые работы неразрывно связаны с функциями безлюдных технологий, что является прямой и непосредственной задачей подводных роботов. Для успешного решения этой миссии уже созрели необходимые предпосылки в мировой практике развития самых передовых подводных технологий. За последнее десятилетие произошли значительные положительные сдвиги в области энергетики, микроэлектроники, мехатронике и информационных технологий, что привело к стремительному развитию подводных роботов, количество разработок выросло более чем в 2,5 раза.

Современные морские подводные роботы промышленного назначения оснащаются:

- манипуляторами и другим специальным оборудованием для тяжелых подводных работ (бульдозерными ножами, ковшами, бурильными фрезами и т.п.);
- телевизионными системами высокого разрешения (преимущественно ТВ – системой стереовидения);
- стационарными и/или навесными системами подводного освещения с изменяемой интенсивностью свечения.

Применительно к системам подводного мониторинга для решения различных в Арктическом секторе России морские подводные роботы целесообразно использовать для решения следующих задач:

- изучение районов будущего строительства;
- выполнение сложных и тяжелых подводных работ по прокладке трасс трубопроводов и подготовке площадок для подводного строительства, ремонта возникающих повреждений;

- охрана морских участков от несанкционированного проникновения с целью террористических действий (выявление источников террористической угрозы, слежение за ними, их нейтрализация, включая и уничтожение);
- комплексный мониторинг текущего состояния районов морских промыслов; наблюдение за их состоянием, обнаружение участков требующих принятия необходимых мер восстановительного характера, определение мест повреждений.

Управление рабочими системами подводных роботов может осуществляться через обособленные закрытые каналы связи, которые соединяются со специализированными компьютерными системами с центрами обработки и операторами, что позволяет им функционировать как в автономном, так и полуавтономном контролируемом режиме в реальном масштабе времени единого информационного рабочего пространства.

▪ Возросшие технические возможности современных подводных роботов дают возможность производить:

- - обзорно-поисковые работы, включая поиск и обследование затонувших объектов, инспекцию подводных сооружений и коммуникаций (трубопроводов, кабелей, водоводов);
- геологоразведочные работы, включающие топографическую и фото-видеосъемку морского дна, акустическое профилирование и картографирование рельефа;
- подледные работы, в том числе прокладка трубопроводов, кабеля на арктическом дне, обслуживание систем наблюдения и освещения подводной обстановки;
- океанографические исследования, мониторинг водной среды;
- работы военного назначения, включая противолодочную разведку, патрулирование, обеспечение безопасности буровых платформ и т.п.

В результате быстрого развития и внедрения в отрасль подводного роботостроения новейших решений из области микропроцессорной техники, появления энергоемких источников питания, создания новых поколений двигательных-двигательных систем определилась возможность создавать механизмы, одинаково успешно используемых с надводных и подводных носителей с рабочими глубинами 6000 м и более. Прогресс в области подводной робототехники быстро нарастает. На Западе создано свыше 7 500 образцов роботов различного назначения, которые активно используются в обширных программах освоения Мирового океана.

Управление рабочими системами подводных роботов может осуществляться через обособленные закрытые каналы связи, которые соединяются со специализированными компьютерными системами с центрами обработки и

операторами, что позволяет им функционировать как в автономном, так и полуавтономном контролируемом режиме в реальном масштабе времени единого информационного рабочего пространства.

В качестве источника энергии используются устойчивые к перегрузкам по наружному давлению литиевые полимерные АБ многоразового действия. Следует особо отметить, что применяемые при создании подводных роботов промышленного назначения технологии по существу являются двойными и широко используются для разработок боевых подводных роботов, прежде всего исходя из интересов оборонных ведомств.

Основные результаты НИОКР в роботах нового поколения – отказ от гидравлики и переход на полностью электроприводные компоненты конструкции в системах движения и манипулирования, унифицированное блочное исполнение, применение системы самотестирования, совершенствование аппаратуры телеметрии.

Типовая структура морского подводного робота (МПР) включает в себя (рис. 1):

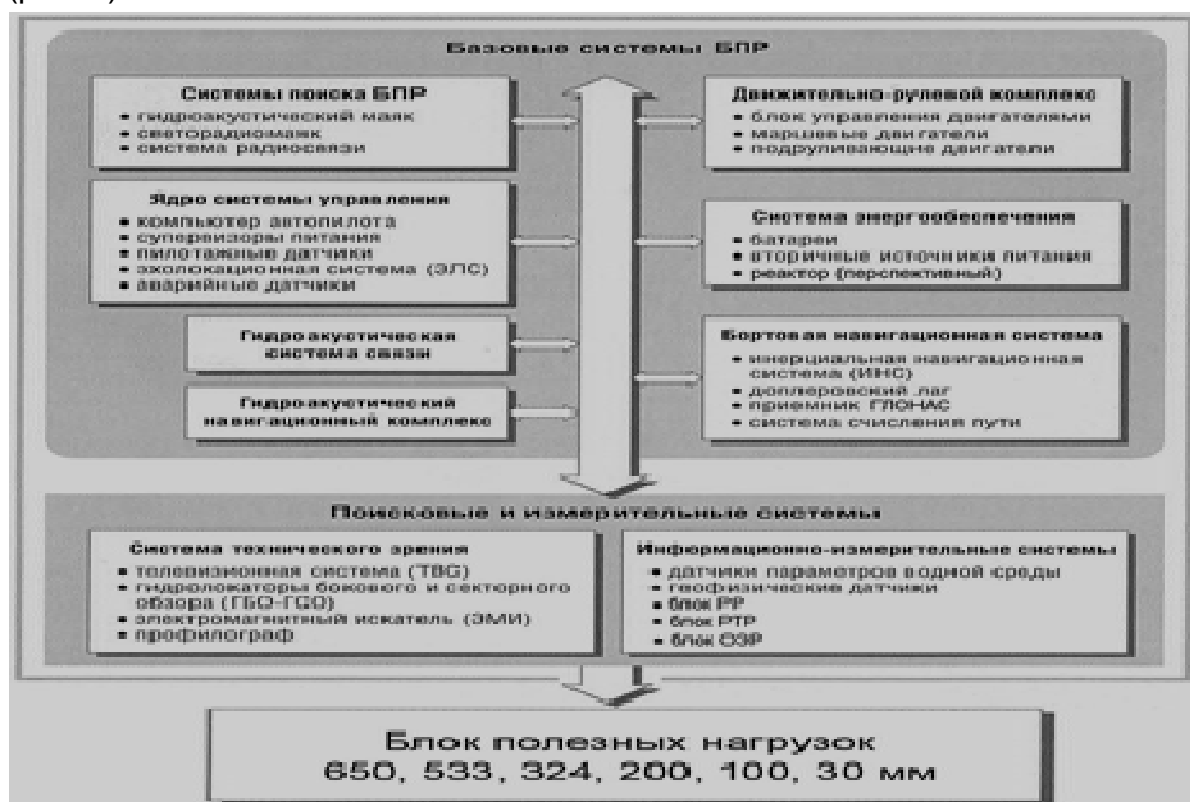


Рис. 1. Типовая структура морского подводного робота.

- транспортный модуль: силовой каркас, движительно-рулевой комплекс, основная и вспомогательная энергетические установки, блок аварийного всплытия-затопления;

- модуль управления: бортовой компьютер, блоки связи, навигации, светосигнальные средства обозначения места, аварийный радиомаяк;
- модуль технического зрения: датчики параметров водной среды, супервизорная ТВ аппаратура, осветительная аппаратура, гидроакустическая аппаратура;
- модуль полезных нагрузок: для размещения рабочих технических средств.

Значительную работу в деле развития роботов специального назначения выполняет Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Институт предлагает семейство миниатюрных обзорных роботов т. «Гном». Аппарат прошел успешные испытания и доказал пригодность к практической работе.

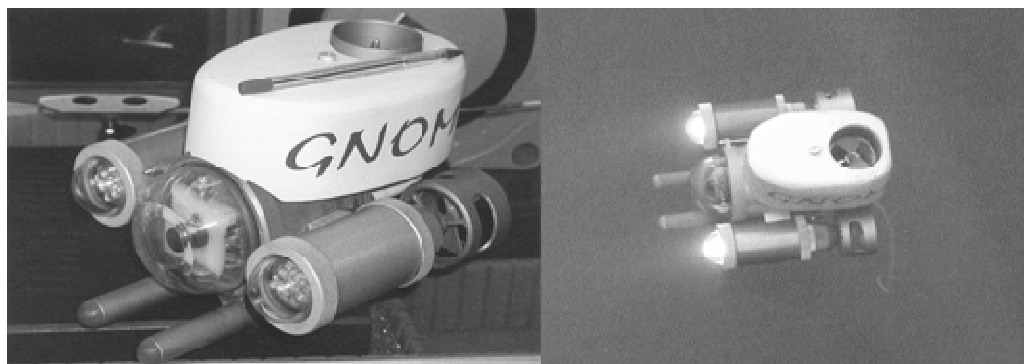


Рис. 2. Подводный робот т. «Гном», Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН

Существенный вклад в область создания телеуправляемых аппаратов вносят московский Научно-исследовательский институт специального машиностроения им. Н.Е.Баумана, ЦНИИ робототехники и технической кибернетики, ОАО «ТЕТИС-комплексные системы» и другие.

Фундаментальные наработки в области создания морских подводных роботов промышленного назначения имел в своей истории и ОАО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор».

Технологическая модель робота является органическим продолжением конструкторской модели. При этом используются собственные средства автоматизации технологической подготовки производства, основной задачей которых является обеспечение высокого качества продукции. Такие системы предназначены для проектирования обработки изделий с использованием станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

Таким образом, использование технологий информационной поддержки изделия, ядром которых является система управления инженерными данными об объекте разработки (PDM система), позволяет организовывать процесс проектирования подводной робототехнической системы (РТС) в поставленные

сроки разработки, обеспечивая при этом высокое качество результатов работы.

Перспективы развития подводных РТС зависят от решения ряда теоретических и технических проблем. В первую очередь они связаны с созданием искусственного интеллекта, необходимого для обеспечения маневрирования робота, выполнения океанологических исследований и подводных работ, на базе новейших достижений мехатронных технологий, вычислительной и микросистемной техники. Безусловно, общие методы теории проектирования подводных аппаратов распространяются и на подводные РТС всех типов, но в тоже время особенности назначения и методы эксплуатации подводных роботов требуют создания специальных методик и порядка проектирования. Это относится как к любой из подсистем робота, так и подводной РТС в целом.

Современные задачи исследования и освоения Мирового океана предъявляют все более сложные требования к подводным РТС и, следовательно, по мере расширения сфер применения роботов будут пересматриваться представления о перспективных направлениях их дальнейшего развития.

Литература

1. Бычков И.В., Инзарцев А.В., Киселёв Л.В., Конзин М.Ю., Максимкин Н.Н., Хмельнов А.Е. Ситуационное управление группировкой автономных подводных роботов на основе генетических алгоритмов// Подводные исследования и робототехника.-2009 .- №2 (8).-С. 34-43.
2. Митько А.В. Технологии комплексного экологического мониторинга мелководных районов Северо-Запада России. Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск. «Экология 2009-море и человек».-Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. № 6 (95).-С.17-24.
3. Митько А.В. Гидрофизические методы контроля опасных загрязнений в мелководных районах // Труды XII Международного Экологического форума «День Балтийского моря».- СПб., 2011. - С.112-115.
4. Митько А.В., Колесниченко В.В. Пути развития системы подводного комплексного мониторинга в Северо-Западном регионе // Труды конференции «Экология 2011- море и человек». - Таганрог, 2011.- С. 112-116.
5. Митько А.В. Развитие системы освещения подводной обстановки в Арктическом регионе // Труды Конгресса «Цели развития тысячелетия и инновационные принципы устойчивого развития Арктических регионов России». Научно - практическая конференция «Научноёмкие и инновационные технологии в решении проблем прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций и их последствий» - СПб., 2011.- С. 12-15.

6. Митько А.В. Перспективы развития системы подводного мониторинга в Арктическом регионе // Труды научно-практической конференции «Морин-тех-океанотехника 2012». – СПб., 2012. – С. 76-81.

7. Митько А.В. , Скориантов Н.Н. Основные направления создания комплексной системы подводного мониторинга в Арктическом регионе. // Труды Межотраслевая научно-практическая конференции «Военное кораблестроение России» («ВОКОР-2012»). СПб, 2012. – С. 64-69.

8. Бочаров Л.В. Необитаемые подводные аппараты: состояние и общие тенденции развития. ЭЛЕКТРОНИКА: Наука. Технологии. Бизнес. №7.-2009.- С. 62-69.

Пивоваров А.Н.

К ВОПРОСУ О ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

*Государственный университет морского и речного
флота им. адм. С.О. Макарова (ГУМРФ)*

Обеспечение транспортной безопасности (ТБ) –одно из главных условий устойчивого и эффективного функционирования транспортного объекта. Международные документы в этой области для морского транспорта– конвенция Солас 74 глава 11-2, кодекс по охране судов и портовых средств охватывают деятельность судов и портовых средств в условиях возможных террористических актов. Национальные документы РФ , прежде всего закон О транспортной безопасности (№ 16-ФЗ), в более широком плане формулируют задачи и мероприятия организационно-технического, информационного, кадрового , нормативно-правового характера применительно ко всем видам транспорта. В развитие указанных документов в 2010 г. принята Комплексная программа обеспечения безопасности населения на транспорте (Указ Президента РФ № 403), а также закон О безопасности № 390 –ФЗ, которые охватывают все возможные виды угроз природно-естественного и техногенного характера, а также акты незаконного вмешательства (АНВ). В этом плане содержание данных документов ассоциируется с международным стандартом ИСО 28000 (безопасность цепи поставок), что особенно важно в связи со все большей интеграцией РФ в международный транспортный процесс и вступление.России в ВТО.

Транспортно-технологические операции на морских объектах представляют собой взаимосвязанный комплекс $O=\{O_i\}$, $i \dots M$, где M – число операций (погрузка, выгрузка. транспортирование, зачистка , затаривание, складирование, документирование и др.). В ходе выполнения эти операций могут возни-

кать указанные выше угрозы, приводящие к дестабилизации транспортно-технологических процессов, нарушению сроков поставок, ущербу, необходимости восстановления нарушенной структуры, потребности в мероприятиях по ликвидации последствий реализации угроз. Основная нагрузка по выявлению, предотвращению и нейтрализации угроз ложится на систему безопасности (СБ) объекта, включающую организационно-распорядительную документацию, комплекс технических средств охраны (КТСО), средства инженерной укреплённости объектов, инженерно-технический персонал охраны и силы реагирования с возможным привлечением внешних силовых структур (МВД, ФСБ, а в ряде случаев ВМФ, МО).

Для морских объектов основные сегменты защиты: периметр, территория, здания, сооружения, акватория (подводная и надводная среды). В рамках этих сегментов необходимо обеспечить безопасность персонала, пассажиров, грузов, транспортных средств, объектов инфраструктуры. С этой целью проводится оценка уязвимости– идентификация угроз, формулирование сценариев возможных угроз, определение ущерба и риска такового, анализируются мероприятия организационного, инженерно-технического характера, а также в рамках сил транспортной безопасности, изучается документация объекта защиты, проводится обследование элементов объекта с учетом всех факторов: технологического процесса, используемого оборудования, персонала, грузов, процедур пропускного и внутриобъектового режимов, состояния ограждений периметров, используемых технических средств охраны и дается ответ на следующие главные вопросы:

1. соответствует ли имеющаяся СБ требованиям закона №16-ФЗ,
2. какие мероприятия по трем направлениям (организационному, инженерно-техническому и силам охраны и реагирования) следует осуществить для приведения СБ в соответствие с требованиями закона № 16-ФЗ.

Помимо этого, специализированная организация, проводящая оценку уязвимости, должна оценить вероятность пресечения АНВ при выполнении всех рекомендованных мероприятий.

На основе оценки уязвимости разрабатывается план транспортной безопасности, где отражаются все перечисленные выше мероприятия по обеспечению безопасности.

Указанный план должен отвечать требованиям к СБ для различных категорий объектов морского транспорта и уровней охраны, сформулированным в приказе министерства транспорта № 41 в марте 2011 г. Требования отражают как общие вопросы обеспечения безопасности в рамках оргштатной структуры службы безопасности, принципов обнаружения нарушителей, выявления запрещенных предметов и материалов, блокирования и нейтрализа-

ции нарушителей, передачи информации о нарушениях и собственно задержанных компетентным органам, так и достаточно жесткие нормативы выполнения отдельных мероприятий по безопасности. В частности, регламентируются интервалы патрулирования от 6 до 24 час, доля в процентах обычного и дополнительного досмотров числа людей, провозимых материальных объектов в зоны свободного доступа, технологические и перевозочные сектора, сроки передачи выявленных нарушителей от 5 мин до 4 час, сроки хранения информации со всех инженерно-технических средств охраны от 5 суток до 1 месяца в зависимости от категории объекта и уровня охраны.

Реализация этих требований ложится на КТСО и персонал транспортной безопасности объекта. При этом особые сложности будут в отношении времени передачи задержанных органам внутренних дел или ФСБ, ибо для конкретных объектов дистанции до ограждений, где предполагается захват нарушителей, могут исчисляться километрами, имеет место ограничение скорости движения транспорта внутри объекта, а потребное время для доставки органам МВД будет зависеть также и от расположения таковых относительно портовых средств, загруженности транспортных магистралей.

Особые проблемы могут возникнуть и по передаче информации компетентным органам и по хранению данных. Так, например, для хранения данных по подсистеме видеонаблюдения, использовании алгоритмов сжатия за неделю для 40 телекамер объем информации может достигать нескольких терабайт. Эти же объемы должны быть переданы по каналам связи соответствующим органам. Следовательно, потребуется обеспечить должную пропускную способность таких каналов, а также хранение данных в этих органах для возможного анализа нарушений охраны. Отсюда на морских объектах должна быть спроектирована КТСО и обеспечена его техническая совместимость с внешними взаимодействующими структурами.

В общем виде интегральный показатель Э эффективности СБ морского объекта может быть описан следующим образом:

$E = f(Z, R, O)$, где Z – затрачиваемые ресурсы, R – результат функционирования в соответствии с целью и задачами СБ, O – ограничения.

Затрачиваемые ресурсы - $Z=f(Z_{\text{фн}}, Z_{\text{иф}}, Z_{\text{тр}}, Z_{\text{тс}})$, где $Z_{\text{ф}}$ – финансовые затраты на проектирование, монтаж, пусконаладку и эксплуатацию, $Z_{\text{иф}}$ – информационные ресурсы, $Z_{\text{тр}}$ – трудовые ресурсы (персонал), $Z_{\text{тс}}$ – технические ресурсы (технические средства охраны и средства инженерно-технической укреплённости объекта (например, решетки на окнах зданий, стальные двери, боновые заграждения, сети, противотаранные устройства и др.).

Результат функционирования - $R=f(P_{об}, P_{лт}, P_{нт}, T_{об}, T_{нт})$, где $P_{об}$ – вероятность обнаружения нарушителей, $P_{лт}$ – вероятность ложной тревоги, $P_{нт}$ - вероятность нейтрализации (пресечения) нарушения охраны, $T_{об}$ - время обнаружения нарушителя, $T_{нт}$ – время, затрачиваемое на нейтрализацию.

Ограничения O могут быть описаны следующей зависимостью $O=f(O_{эк}, O_{нт}, O_{тр}, O_{ст}, O_{вр})$, где $O_{эк}$ – условия эксплуатации, $O_{нт}$ – уровень научно-технического прогресса на требуемый период, $O_{тр}$ – качественный и количественный состав персонала (силы реагирования и технического обслуживания оборудования), $O_{ст}$ - ограничение по стоимости, $O_{ср}$ – ограничение по техническим средствам, $O_{вр}$ – ограничение по времени. При этом в ходе проектирования необходимо стремиться к выполнению следующих условий:

$P_{обн} \approx 1$, $P_{лт} \approx 0$, $P_{нт} \approx 1$, $T_{об}$ и $T_{нт} \approx \min$, $O_{вр} \leq O_{вр \text{ зад}}$, $O_{ст} \leq O_{ст \text{ зад}}$, $O_{ср} \leq O_{ср \text{ зад}}$ (зад – заданное значение).

Перечисленные показатели обуславливаются как деятельностью персонала охраны (инженерно-технический состав, операторы, силы захвата), так и качеством функционирования КТСО. Учитывая большие затраты на техническое оснащение морских объектов, представляется актуальной проблема построения рационального варианта КТСО, выбора критерия эффективности, разработки методики и алгоритмов выбора указанного варианта. Поскольку по сие время нет приемлемого решения по типовому проекту КТСО, то отмеченная проблема требует своего решения. С этой целью в ГУМРФ создан научно-технический центр морской безопасности, оснащенный современными ТСО и соответствующими учебно-методическими материалами. При этом с системных позиций проводятся исследования по минимизации затрат на организационные и инженерно-технические мероприятия при обеспечении должной эффективности СБ.

Глухов А.Т.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА В АРКТИКЕ

*Саратовский государственный технический
университет имени Ю.А. Гагарина*

Для проектирования объектов строительства разработан метод экологического мониторинга, который включает: выявление устойчивых и неустойчивых форм компонентов ландшафта, расчет риска их бифуркации и установлены критерии компромиссов между необходимостью возведения этих объектов строительства и интересами сохранения природных ландшафтов.

Экологический мониторинг является неотъемлемой составляющей производственно-хозяйственной деятельности общества [5, 6]. Без них трудно осуществлять реализацию любого проекта во всех сферах экономики: в энергетике, промышленном производстве, в строительстве и на транспорте, в сельском хозяйстве и, наконец, при добыче и переработке полезных ископаемых. Особенно актуальной становится реализация методов мониторинга для региона Арктики [6]. Любое антропогенное вмешательство в природу Арктики – будь то строительство или добыча полезных ископаемых – влечет загрязнение среды и невозполнимые природные утраты.

Рост численности населения планеты и развитие техногенной структуры, формируемой в последние сто лет, привели к экологическим проблемам, которые начали осознаваться человечеством в начале XX века. Большинство ученых сходятся во мнении, что возможны два направления развития [3]: во-первых, техногенный (удовлетворения потребностей людей, без оглядки на свойства природы); во-вторых, устойчивого развития (в гармонии с природными процессами).

1. Техногенный путь.

Если исходить из перспективы развития человеческой цивилизации, из неизбежности гибели живой природы на Земле, ... техногенный путь имеет право на жизнь. Действительно, с развитием науки и техники можно создать на остывающей Земле живую искусственную жизнь. ... обеспечить Землю искусственным теплом, заменить Солнце на искусственный свет, добывать пресную воду из соленого океана, выращивать растения, продукты питания на сбалансированных искусственных смесях, можно вырабатывать чистейший воздух, выращивать методами генной инженерии любых животных ... Вероятно [так и будет] через миллионы лет, когда на Земле не будет хватать солнечного тепла и света. И к такому развитию событий человечество должно быть технически готово. Человечество вынуждено вторгаться в нетронутую природу, в недра Земли, чтобы развитие человеческой цивилизации не остановилось. Уже сегодня делаются попытки наладить человеческую жизнь на безжизненной Луне и Марсе. В противном случае человеческий тип рано или поздно вымрет при очередном природном катаклизме, как вымерли древние большие и сильные животные.

2. Путь устойчивого развития.

Этот вариант ... предусматривает развитие [цивилизации] без ущерба окружающей среде и живой природе. ... сохранение живой природы всех видов растительности и животного мира. ... поддержание ... среды в чистом, незагрязненном состоянии, так как это вопрос здоровья людей и основа сохранения живой природы. Устойчивое развитие предусматривает также рацио-

нальное природопользование, это: рациональное водопотребление, рациональное пользование недрами, сохранение естественного природного ландшафта, сохранение традиционных мест обитания животных и произрастания растений. Предусматривает комфортное, во всех смыслах, существование на Земле, как всей человеческой цивилизации, так и каждого человека в отдельности в соответствии с мировосприятием каждого из них. Устойчивое развитие предусматривает сохранение традиционного образа жизни тех народов, которые не принимают современные блага цивилизации и живут так, как привыкли жить, как жили их предки”.

Глобальная система экологического мониторинга позволяет получать огромный объем исходного материала. Это данные метеорологических станций, систем дистанционного зондирования (космические снимки, сейсмосьёмка, электромагниторазведка и т.п.). Обработка материалов мониторинга указывает на сложность и неоднозначность воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду. Анализ полученных данных и прогнозирование изменений параметров среды даёт информацию о качестве и существующих резервах системы природных образований Арктики. Позволяет реализовать экологически целесообразные управленческие решения. Инженерно-экологический мониторинг осуществляют по следующим основным направлениям [6]:

- организация, выполнение и координация наблюдений за состоянием окружающей среды в Российской Арктике и на Северо-западе России;
- оперативное обследование районов возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций, связанных с загрязнением природной среды;
- разработка проектов систем комплексного мониторинга параметров окружающей среды с различной степенью пространственной локализации;
- разработка технологий и технических средств для реализации систем мониторинга;
- выполнение химико-аналитических работ и экспертных аналитических исследований;
- создание программного обеспечения и специализированных банков данных гидрометеорологической и экологической информации;
- экологическое сопровождение строительства и обустройства месторождений, в том числе на морском шельфе.

Методы эколого-ландшафтного мониторинга, и в частности, для проектирования объектов строительства, заключается в выявлении зависимостей взаимного влияния параметров ландшафта: геологических пород (грунтов), форм рельефа, типов почв, поверхностных вод (рек, озер), климата по периодам года (микроклимата), ареалов растительности, животных и рыб. Исполь-

зуется картографический материал для отображения ландшафта в пространстве и тенденций изменчивости параметров во времени. Взаимное влияние параметров ландшафта выясняются при использовании закономерностей теории катастроф [2]. Если гладкое (дифференцируемое) отображение какой либо поверхности на плоскость имеет форму окружности (складки) или отображается в виде двух линий сходящихся в острие (сборки), то такие отображения являются устойчивыми. Всякая особенность гладкого отображения (проектирования) поверхности на плоскость (на карту), имеющая в проекции иные формы, при малом шевелении рассыпается на складки и сборки. То есть на окружности и линии, сходящиеся в острие, которые являются первичными и устойчивыми формами. Под малым шевелением понимается малое перемещение объекта проектирования на плоскости (на карте). При этом сохраняются неизменными математические уравнения, записанные для исходных отображений одноименных точек объекта на карте. Задачами же эколого-ландшафтного обследования местности здесь являются:

- отображение на карте ареала параметров ландшафта и их пересечений;
- выявление условий взаимодействия и формирования интенсивности параметров ландшафта в парной последовательности;
- определение положения точек консолидации: максимум, минимум их взаимного расположения и влияния в парной последовательности;
- определение тенденций изменчивости параметров ландшафта и их взаимного влияния во времени.

При этом формируют последовательности:

- грунты – рельеф – климат (микроклимат) – почвы – растительность – животные;
- грунты – рельеф – климат (микроклимат) – поверхностные воды (реки, озера) – водная растительность (по видам) - водные животные (земноводные, рыбы).

В этих последовательностях прослеживаются закономерности, которые заключаются в следующем: В первой. Геологические горные породы определяют формы рельефа [1]. Рельеф влияет на изменчивость микроклимата и типы почв, на которых консолидируются отдельные виды растительности и животных. Консолидация животных формирует наличие пищевых цепей или пищевой сети. Во второй последовательности, как и в первой, начало с геологических пород и форм рельефа. Далее рельеф определяет изменчивость микроклимата и наличие водных объектов (рек, озер). Распространение водной растительности определяется свойствами воды в этих водоемах, и даль-

нейшая консолидация животных, как и в первом случае, определяется наличием пищевых цепей или пищевой сети.

Для выявления ареалов выделяют парные сочетания и точки консолидации параметров, которые наносят на карты:

- грунты - рельеф;
- рельеф - почвы;
- рельеф - поверхностные воды (реки, озера);
- рельеф - климат (микроклимат);
- почвы - растительность (по видам);
- поверхностные воды (реки, озера) - водная растительность (по видам);
- поверхностные воды (реки, озера) - водные животные (земноводные, рыбы);
- растительность (по видам) - животные (по видам);
- климат (микроклимат) - растительность (по видам);
- климат (микроклимат) - животные (по видам).

По этим данным определяют территории, на которых имеют место устойчивые и неустойчивые формы рельефа, почв, микроклимата, поверхностных вод, а также ареалов растительности животных и рыб.

Критериями устойчивости являются изменения во времени параметров ландшафта (рис.), вектор которых направлен либо во внешнюю сторону от центра ареала (см. рис. а) – неустойчивые формы, либо к центру консолидации (см. рис. б) – устойчивые формы. Процесс перехода от одной устойчивой формы к другой (бифуркация) происходит вследствие накопления качественных изменений параметров [2]. Например, эрозионные процессы приводят к уменьшению толщины почвенного слоя. Исчезновение почв влияет на ареал растительности, который, в свою очередь, определяет точки консолидации и ареал животных.

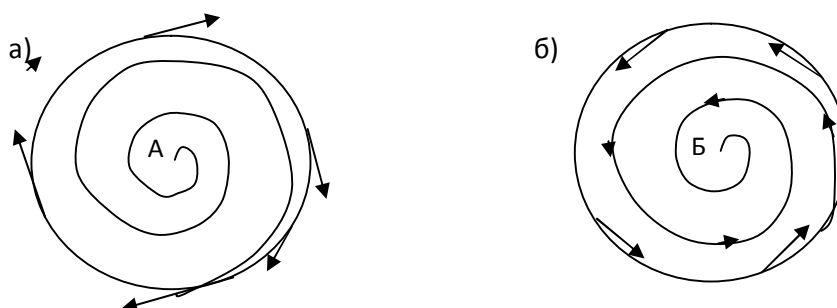


Рис. Графическая интерпретация (а) неустойчивых и (б) устойчивых форм ландшафта;

а) – центр (вершина, точка) неустойчивости;

б) – центр (вершина, точка) устойчивости (консолидации).

Совокупность этих процессов рассматривается как переход к новой устойчивой форме существования ландшафта в целом. Поэтому этот процесс на его конечной стадии можно определить как процесс бифуркации ландшафта. Анализ этого и иных процессов позволил установить, что бифуркация параметров ландшафта происходит в три стадии: начальные тенденции, момент неустойчивого равновесия и формирование нового устойчивого состояния ландшафта. Вероятность перехода от одной устойчивой формы ландшафта к другой устанавливаются, используя формулы теории риска [4]. Реализация перечисленных методов осуществляется путем инженерно-экологических изысканий [6], в результате которых формируются соответствующие разделы природоохранной проектной документации, например, документы экологической оценки влияния объекта строительства на среду обитания живых организмов. При необходимости могут быть выполнены медико-биологические исследования, а так же контроль негативных воздействий на окружающую среду.

Таким образом, разработан метод оценки и защиты естественных ландшафтов, включающий:

- методику выявления устойчивых и неустойчивых форм компонентов ландшафта при использовании положений теории катастроф;
- методику расчета риска бифуркации ландшафта путем использования формул теории риска;
- методику размещения объектов строительства на территории, с учетом компромиссов между антропогенной необходимостью их возведения и интересами сохранения природных ландшафтов.

Литература

1. Ананьев В.П. Инженерная геология: Уч. для стр. вузов / В.П. Ананьев, В.И. Коробкин; М.: Высшая школа, 1973. - 300 с.
2. Арнольд В.И. Теория катастроф. - 3-е изд., доп. / В.И. Арнольд; М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. 128 с.
3. Большеротов А.Л. Система оценки экологической безопасности строительства. / А.Л. Большеротов; М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 216 с.
4. Глухов, А.Т. Случайные процессы в экологии организмов // А.Т. Глухов, С.И. Калмыков; ФГОУ ВПО “Саратовский ГАУ”.– Саратов, 2011.–147 с.
5. Горшков М.В. Экологический мониторинг. Учеб. пособие. 2-е изд. испр. и доп. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 300 с.
6. Региональный центр “МОНИТОРИНГ АРКТИКИ” Интернет- ресурс: <http://www.spb-business.ru/show.php?directory=986>

Поливанов В.В.

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧС

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет "ЛЭТИ"*

Одним из путей решения задачи предупреждения и снижения риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), снижение тяжести их последствий является прогнозирование ЧС, под которым понимается определение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа возможных причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем.

Под источником ЧС понимается - "опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация" [1].

С учетом специфики источников риска ЧС задачи прогнозирования можно разделить на две группы:

- прогнозирование техногенных ЧС — заблаговременное определение вероятности появления и развития ЧС в техносфере (на потенциально опасных объектах) и их масштабов с учетом их воздействий на население и окружающую среду;
- прогнозирование природных ЧС — заблаговременное определение вероятности возникновения и возможных масштабов природных ЧС на основе анализа и прогнозирования источников природных ЧС ситуаций и их воздействия на население, территорию и окружающую природную среду.

Основной целью прогнозирования ЧС является выявление времени ее возникновения и возможного места. Для осуществления заблаговременного прогноза необходимо собрать информацию: о возможном источнике ЧС; об условиях, в которых он пребывает; о среде, в которой он находится и т.д. Поскольку дать достоверный прогноз о времени возникновения ЧС (особенно природных катастроф) невозможно при прогнозировании исходят из вероятностного подхода к событиям, присущим ЧС и дальнейшей динамики их развития (протекания во времени).

При прогнозировании места возникновения ЧС следует выделить следующие обстоятельства:

- большинство потенциально опасных объектов привязаны к определенному месту, например гидротехнические объекты, транспортные коммуникации, промышленные объекты и т.д.

- природные, техногенные и природно-техногенные источники ЧС, как правило, распределены на достаточно больших территориях,
- в случае возникновения ЧС их последствия распространяются на значительные территории.

Указанные выше обстоятельства обуславливает возможность применения при прогнозировании ЧС хорошо разработанных в настоящее время информационных технологий - ГИС-технологий, позволяющих отображать характеристики и свойства объектов различной природы (источников ЧС), процессы, в них происходящие с привязкой к географическим координатам.

Прогнозирование процессов возникновения ЧС и дальнейшего развития ситуации возможно на основе вероятностного подхода с применением методов моделирования. Применение конкретного вида моделирования для прогнозирования ЧС и их последствий зависит от источника ЧС, наличия априорных сведений о нем, имеющихся информационных технологий моделирования и аппаратно-программных средств, реализующих эти технологии, конкретных практических задач, поставленных при прогнозировании ЧС.

При прогнозировании ЧС и их последствий можно выделить следующие характерные задачи.

1. Создание и применение информационно-измерительных систем мониторинга – систем автоматического сбора данных для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения. В этом случае алгоритмы моделирования является одной из составляющих информационного обеспечения ИИС мониторинга реального времени и требуют наличия соответствующего аппаратно-программного обеспечения.

2. Оценка возможного риска возникновения ЧС и возможного ущерба на основе априорных данных (в том числе статистических) о конкретном источнике ЧС природного или техногенного характера. В этом случае этапе моделируются возможные ситуации предшествующие возникновению ЧС, динамика развития процессов при ЧС, их последствиях ЧС.

Характерный пример - определение требований к объектам повышенной экологической опасности на этапах их проектирования. В этом случае при моделировании оцениваются последствия воздействия объектов повышенной опасности на окружающую среду с целью ограничения негативного воздействия или предупреждения ЧС.

Так, для конкретного источника промышленных выбросов в атмосферу или водотоки можно путем моделирования определить требования к источнику загрязнений: массе (г/сек) выбрасываемых вредных веществ в атмосферу или водотоки (водоемы), концентрации вредных веществ в сточных водах,

другие параметры (высота и диаметр трубы) с целью недопущения превышения допустимых уровней по ПДК и размерам пятен загрязнений.

Для решения этой задачи разработаны соответствующие программные средства, например, сертифицированный Программный комплекс "Зеркало++" [3]. Программный комплекс "Зеркало++" предназначен для решения прямой задачи - расчета концентрации загрязняющих веществ в водных объектах, а также решения обратной задачи - расчета предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, формирования плана мероприятий по снижению сбросов, распределения квот сброса сточных вод между предприятиями. Программный комплекс "Зеркало++" обеспечивает прогноз количественных характеристик показателей химического состава воды относительно мест проектируемых или действующих выпусков сточных вод для трех типов водных объектов - проточных и замкнутых водоемов, прибрежных зон морей.

Известные методы прогнозирования ЧС можно разделить на две группы: эвристические и математические. Эвристический подход состоит в использовании мнений специалистов (экспертный опрос); он практикуется для прогнозирования процессов, формализовать которые до начала прогнозирования нельзя. Математический подход заключается в использовании имеющихся данных о некоторых характеристиках прогнозируемого объекта, их обработке математическими методами, получении зависимости, связывающей указанные характеристики со временем, и вычислении с помощью найденной зависимости характеристик объекта в заданный момент времени.

Существуют различные классификации методов моделирования, например, [1]. Рассмотрим применимость различных методов моделирования, их возможности, достоинства и недостатки при их применении для решения задачи прогнозирования ЧС (см. табл.).

1. *Физическое моделирование* проводится на стадиях проектирования техногенных объектов и основано на проведении экспериментов с моделью реального объекта. Создать адекватную физическую модель реального техногенного или природного объекта затруднительно, а зачастую невозможно в силу очевидных причин: масштабности, их сложности (большого числа образующих подобные объекты разнородных составляющих), разнообразия протекающих процессов, явлений.

При физическом моделировании, как правило, модель представляет собой уменьшенную копию реальных объектов, например, воспроизведение реальных водных объектов – рек, водохранилищ при проектировании ГЭС и других гидротехнических сооружений. В ряде случаев этот метод позволяет полу-

чить достоверные результаты, однако он не является универсальным и вряд ли применим к широкому кругу реальных природных и техногенных объектов.

Таблица 1. Методы моделирования.

Метод	Описание	Область применения	Достоинства метода	Недостатки метода
Физическое моделирование	Моделирование, основанное на физическом подобии уменьшенной в размерах модели.	Применяется при невозможности применения других методов моделирования.	Область применения, недоступная другим методам.	Результаты надежны при физическом подобии модели.
Натурное моделирование	Модель - материальный объект, повторяющий свойства реального объекта.	Применяется для проведения ряда тестов над моделью.	Возможность протестировать объект моделирования в реальных условиях.	Невозможность моделирования масштабных природных и техногенных ЧС.
Математическое моделирование	Составляется математический «эквивалент» объекта.	Любые процессы, поддающиеся математическому описанию.	Широкая область применения, компьютерная реализация.	Сложно построить модель, адекватно учитывающую все факторы.
Статистическое моделирование	Модель основывается на выявленных статистических закономерностях.	Объекты, по которым имеются статистические данные.	При наличии качественных статистических данных метод точен.	Большие требования к априорным статистическим данным.
Имитационное моделирование	Объект заменяется математической моделью, с которой проводятся эксперименты.	Используется когда невозможно использовать натурную модель объекта.	Можно управлять временными параметрами модели, другими характеристиками.	Сложность описания объекта, повышенные требования к вычислительной мощности.
Эвристическое (мысленное) моделирование.	Процесс создания логического объекта, заменяющего реальный и выражающего его основные свойства с помощью системы знаков (символов).	Применяется при отсутствии условий для создания других видов моделей либо модели не реализуемы в заданном интервале времени.	Универсальный метод для объектов различной природы, не требует привлечения технических средств.	Субъективный подхода к описанию реального объекта, наличие опытных экспертов.
Алгоритмическое моделирование	Функционирование объекта описывается элементарными явлениями, логически связанными с последовательным протеканием во времени.	Позволяет описывать технические системы и процессы в виде временных диаграмм и блок-схем алгоритмов.	Удобство формального описания разнообразных технических систем и происходящих в них процессов в динамике.	Сложность адекватного описания сложных природных и природно-техногенных объектов.
Ситуационное моделирование	Воспроизводится небольшое количество факторов, необходимых для адекватного воспроизведения конкретной ситуации.	Применяется при невозможности создания модели, способной воспроизводить все режимы и условия работы объекта.	Эффективный способ анализа ЧС, оценивающий возможные сценарии вариантов развития в динамике.	Сложность и субъективность описания объектов, ограничивающая применение данного метода.

2. *Натурное моделирование* целесообразно применять при испытаниях потенциально опасных техногенных объектов с целью обеспечения их безопасной эксплуатации. Этот вид моделирования имеет ограниченные возможности широкого применения и неприменим для природных ЧС.

3. Альтернативой физическому моделированию является *математическое моделирование*. На основе априорной информации об источнике ЧС, процессах и явлениях в нем происходящих, его поведения в прошлом и настоящем, а также закономерности этого поведения можно построить математическую модель объекта. Эта математическая модель, в свою очередь, позволяет с использованием того или иного математического аппарата определить ранее неизвестные параметры модели и спрогнозировать состояние интересующего объекта в некоторый будущий момент времени. Математическое моделирование основано на применении компьютерных технологий, которые позволяют при моделировании перейти от чисто расчетных задач, основанных на математических соотношениях, описывающих модель реального объекта, к имитационному моделированию.

Поскольку прогнозирование ЧС предполагает заблаговременную оценку риска ее возникновения с учетом динамики развития процессов в источнике ЧС, математическое моделирование целесообразно реализовать на основе алгоритмов прогнозирования временных рядов. Эта задача хорошо изучена и пригодна для реализации в системах мониторинга реального времени.

Применение математического моделирования совместно с ГИС технологиями позволяет отобразить развитие ЧС в динамике на географической карте путем пошагового отображения процессов, возникающих в источнике ЧС и вызванных ЧС процессов и ситуаций ЧС на прилегающих территориях.

4. Статистическое моделирование можно рассматривать как разновидность математического моделирования при задании вероятностных характеристик источников ЧС, процессов явлений.

5. *Имитационное моделирование* [2] позволяет рассмотреть процесс развития ЧС в динамике, что является его достоинством. При компьютерной реализации имитационного моделирования конкретного объекта на основе его математической модели в выбранной программной системе воспроизводятся конкретные значения воздействий, процессов, реализуются операторы преобразований, проводится обработка промежуточных и конечного результата преобразования. При этом возможно задание указанных параметров с учетом их вероятностной природы, тем самым реализуется *статистическое моделирование*. Для компьютерной реализации имитационного моделирования необходимо иметь программную систему, в которую входят программы вос-

произведения входных воздействий, физических процессов и реальных устройств, а также программы обработки результатов моделирования.

Этот метод пригоден для реализации в системах мониторинга реального времени, а также для оценки последствий воздействия потенциально опасных техногенных объектов на окружающую среду.

В качестве примера приведем имитационное моделирование процесса переноса примесей по течению реки [3]. В основу моделирования положено уравнение, описывающее процесс конвективно-диффузионного переноса примесей от источника выброса для малых рек:

$$V_x \cdot \frac{\partial C}{\partial x} = D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + K_1 C$$

где C – мгновенное значение концентрации вредного вещества, V_x – скорость течения реки, D_y – коэффициент поперечной диффузии, K_1 – коэффициент самоочищения, используемый для неконсервативных веществ.

Решение этого дифференциального уравнения дискретными методами позволяет рассчитать распределение концентрации примесей по руслу реки при задании следующих начальных условий: $C_{ст}$ – концентрация стока, $C_{ф}$ – фоновая концентрация в реке, Q – расход воды в реке, q – расход воды в источнике выброса.

При мониторинге экологической обстановки в реальном времени применение имитационного моделирования путем решения уравнения переноса, позволяет при измерении текущих значений параметров источника выброса ($C_{ст}, q$), а также параметров реки ($C_{ф}, Q$) дать прогноз распределения концентрации по руслу реки и тем самым прогнозировать ЧС (по превышению мгновенного значения концентрации примеси ПДК).

Имитационное моделирование позволяет также задать требования к источнику выбросов ($C_{ст}, q$) с целью ограничения концентрации примеси и тем самым снижения техногенной нагрузки на окружающую среду.

6. Эвристическое (мысленное моделирование) при наличии квалифицированных экспертов позволяет дать априорную оценку вероятности возникновения ЧС, спрогнозировать процессы дальнейшего развития ситуации, оценить возможный ущерб. Данный метод моделирования неприменим в ИИС мониторинга.

7. *Алгоритмическое моделирование* может применяться для анализа динамики потенциально-опасных технологических процессов, с целью прогнозирования риска возникновения ЧС. Этот вид моделирования позволяет оценить вероятность возникновения ЧС аналитическим путем при априорных статистических данных об элементарных процессах системы.

8. *Ситуационное моделирование* можно рассматривать как разновидность эвристического. Этот вид моделирования может успешно применяться при возникновении ситуаций, предшествующих природным и техногенным ЧС. Метод требует участия экспертов, имеющих большой опыт и знания в областях, связанных с источниками ЧС различной природы. Этот вид моделирования неприменим для реализации в ИИС мониторинга, но позволяет на основе прогноза развития ситуации выработать управленческие решения, снижающие риск возникновения ЧС и тяжесть их последствий.

Таким образом, задачи прогнозирования ЧС могут быть решены на основе математического моделирования и его разновидностей (статистического и имитационного) с привлечением ГИС-технологий.

Литература

1. Сироткин М. Е. Методы моделирования производственных процессов предприятия машиностроения. // Электронное научно-техническое издание. 8 августа 2011. <http://technomag.edu.ru/doc/203858.html>.
2. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии – СПб, Издательство Альтекс, 2004 г. 384 стр.
3. <http://www.logus.ru> – сайт Научно-производственного предприятия "ЛОГУС".

Козловский С.В., Сковородников А.П.

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ ПРИ ОСВОЕНИИ РЕСУРСОВ АРКТИКИ

НИИ ОСИС ВМФ

Практика показывает, что освоение ресурсов Арктики невозможно без подводных роботов. Роботы дают возможность исследовать континентальный шельф для разработки месторождений нефти и газа, добычи других полезных ископаемых, разведки рыбопромысловых районов. Робототехника обеспечивает сбор неопровержимой доказательной базы того, на хребет Ломоносова и поднятие Менделеева являются продолжением континентальной части России.

Для вышеуказанных работ необходимо иметь подводную робототехнику, оснащенную средствами освещения подводной обстановки, функционирующими с использованием различных физических полей.

Современные подводные роботы оснащаются следующими техническими средствами:

- гидроакустические системы, в том числе гидролокаторы бокового обзора, донные профилографы и гидроакустические модемы;
- телевизионно-оптические средства для визуализации подводных объектов;
- инерциальные, космические и гидроакустические навигационные системы;
- магнитометрические системы;
- лазерные системы, обеспечивающие измерение геометрических параметров подводных сооружений.

Основная роль принадлежит гидроакустическим системам. Дистанционное исследование толщи дна обеспечивается параметрическими профилографами. Профилографы позволяют точно построить профиль дна, идентифицировать слои скальных пород, залегающие под дном моря, осуществлять поиск полезных ископаемых на шельфе, проводить точные подводные измерения.

Для эффективного исследования континентального шельфа подводные роботы наряду с параметрическими профилографами оснащаются интерферометрическими гидролокаторами бокового обзора.

Задачи, решаемые подводными роботами при эксплуатации нефтегазового оборудования

Облик робототехники формируется исходя из состава решаемых ею задач:

- наружная дефектоскопия и диагностика технического состояния подводного нефтегазового оборудования (ПНГО);
- диагностика геодинамических, гидрофизических и гидрометеорологических воздействий на ПНГО;
- обнаружение техногенных опасностей и их демпфирование;
- экологический мониторинг ПНГО;
- охрана ПНГО от несанкционированного доступа;
- мониторинг технического состояния ПНГО с учетом данных наружной и внутренней диагностики технического состояния и ресурса металла ПНГО, его напряженно-деформированного состояния, факторов внешних геодинамических, гидрофизических и гидрометеорологических воздействий на ПНГО и режимов его работы;
- профилактические ремонтные работы без нарушения режима работы ПНГО;
- мониторинг подводных магистральных кабельных линий;
- выполнение профилактических ремонтных работ кабельных линий;
- обеспечение аварийно-спасательных работ.

Для решения указанных задач необходимы следующие подводные роботы:

- инспекционный буксируемый, необитаемый, телеуправляемый подводный аппарат;
- инспекционный автономный, необитаемый телеуправляемый подводный аппарат;
- рабочий привязной, необитаемый, телеуправляемый подводный аппарат.

Для решения вышеперечисленных задач подводные роботы должны быть оборудованы:

- средствами наружной диагностики технического состояния ПНГО;
- средствами диагностики геодинамических, гидрофизических и гидрометеорологических воздействий на ПНГО;
- средствами диагностики и мониторинга экологической обстановки в районе ПНГО;
- средствами охраны ПНГО от несанкционированного доступа;
- гидроакустическими, оптикоэлектронными и магнитометрическими средствами освещения подводной обстановки;
- системой позиционирования робота.

Для обеспечения функционирования подводных роботов необходима следующая инфраструктура:

- вычислительный центр, база данных и экспертная система оценки рисков и выработки рекомендаций по составу и регламенту профилактических и ремонтно-восстановительных работ;
- средства связи и обмена информацией с центром управления эксплуатацией ПНГО;
- средства проведения профилактических и ремонтно-восстановительных работ;
- грузоподъемные и опускные устройства;
- камеры запуска, приема и обслуживания подводных роботов.

Современное состояние и тенденции развития подводных роботов

В России основная часть перспективных месторождений с большими запасами углеводородов сосредоточена на континентальном шельфе, преимущественно арктических морей - Баренцева, Печерского, Карского с глубинами до 400 метров.

Одной из проблем, возникших при обустройстве этих месторождений, является создание глубоководных технологий и оборудования для производства подводно-технических работ.

Особую группу оборудования составляют подводные роботы. Они применяются для научных исследований, обслуживания устьевого оборудования скважин и подводных трубопроводов, а также в других областях производственной деятельности.

Массовая эксплуатация подводных роботов началась в 1980-х годах. Продемонстрированные ими возможности эффективной замены труда водолазов обусловили резкое повышение спроса на мировом рынке и, соответственно, создание роботов различного назначения.

Большинство зарубежных привязных подводных роботов построено и эксплуатируется по заказам нефтяных компаний для разработки морских месторождений нефти и газа.

Принято классифицировать подводные роботы на три группы.

Малогабаритные телеуправляемые подводные роботы массой менее 100 кг с рабочей глубиной до 500 м. Эти роботы снабжены ТВ комплексом, портативными захватными устройствами, навигационными маяками, иногда гидролокатором секторного обзора.

Телеуправляемые необитаемые подводные роботы массой до 1000 кг с рабочей глубиной до 1000 м, имеющие расширенный набор оборудования с рабочими манипуляторами. Эти роботы пользуются большим спросом на мировом рынке при освоении континентального шельфа, т.к. удачно совмещают качество выполняемых подводных работ и относительно низкую стоимость.

Рабочие телеуправляемые подводные роботы массой более 1000 кг, способны работать на глубинах до 6000 м. Они оборудуются по требованию заказчика специальными устройствами для проведения подводных работ и используются со специальных судов-носителей. Их назначение - детальная разведка месторождений, работы, связанные с укладкой кабельных трасс, трубопроводов, участие в работах по ликвидации нештатных ситуаций на подводных терминалах, а также поиск и подъем затонувших объектов.

В РФ вопросами создания и эксплуатации подводных роботов различных типов занимаются, главным образом, учебные и академические институты, а также ряд относительно небольших фирм и организаций. В настоящее время имеются отработанные технологии выполнения исследовательских и поисково-обследовательских работ на глубинах до 6000 м с использованием роботов различных типов, основанные на практическом опыте экспедиций Минобороны, Академии наук, а также отдельных подводно-технических работ.

Несмотря на наличие минимального отечественного опыта освоения морских месторождений нефти и газа, отечественная промышленность имеет весьма существенные наработки в области создания подводных технических средств различных типов, а ряд организаций, эксплуатирующих подводную

технику, - в области развития технологий выполнения отдельных подводных работ.

Основными направлениями развития подводных роботов, обусловленными, в первую очередь, необходимостью выполнения работ на морских нефтегазопромыслах и подводных коммуникациях являются:

- увеличение производительности роботов;
- углубление принципа модульности роботов за счёт создания необходимого набора сменных функциональных модулей и отсеков;
- уменьшение массы роботов путем более широкого применения титана и композитных конструкционных материалов;
- развитие источников электроэнергии, главным образом, применительно к автономным роботам.

Можно выделить следующие тенденции развития роботов, определяемые потребностями нефтегазовой промышленности:

- увеличение глубины погружения до 3000 м,
- обеспечение возможности эффективной работы при течениях до 2-3 узлов,
- повышение веса полезной нагрузки.

Среди направлений совершенствования роботов, развиваемых в настоящее время, следует также отметить стремление обеспечить их работоспособность при более тяжелых гидрометеоусловиях, чем это достигнуто сегодня. Это направление обеспечивается развитием сменных модулей и спускоподъемных устройств. На основе анализа накопленного в мире опыта активного освоения морских месторождений нефти и газа можно сделать выводы относительно направлений развития методов и средств выполнения подводно-технических работ на нефтегазопромыслах:

1. Переход к применению подводных роботов позволил резко снизить затраты на производство подводно-технических работ и повысить безопасность их проведения.

2 Практика показывает, что освоение ресурсов Арктики в условиях сурового климата и регулярного присутствия льдов невозможно без подводных роботов.

3. На современном этапе развития подводных роботов для выполнения работ на морских нефтегазовых месторождениях существует два направления:

- разработка специализированных роботов, предназначенных для выполнения конкретной технологически сложной операции;
- создание универсальных роботов, построенных по модульному принципу.

Куракина Н.И., Нассер С.С. С.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОПРОСАХ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»*

В последние годы роль и значение оценки и управления рисками как инструмента снижения потерь и повышения эффективности национальных экономик во всем мире постоянно растет. Значение этого инструмента возрастает, прежде всего, из-за роста самих рисков, что является общемировой тенденцией, обусловленной усложнением всех сфер функционирования современного общества [1].

Обеспечение безопасности населения от различных техногенных источников осуществляется на основе концепции приемлемого риска, требующей количественного его определения и сравнения с допустимым уровнем. В докладе рассматриваются вопросы создания автоматизированной системы оценки и управления профессиональными рисками, возникающими в результате неблагоприятных условий труда или аварий и ЧС на опасных производственных объектах.

Под оценкой профессиональных рисков подразумевается выявление возникающих в процессе труда опасностей, определение их величины и значимости возникающих рисков [2]. Виды рисков зависят от типа производства и типа рабочего места на производстве. При этом одни факторы могут быть более важными, другие менее важными, что может быть определено в результате анализа мнений экспертов.

В основе автоматизированной системы оценки профессиональных рисков (АСОПР) лежит база данных (БД). На рис. 1 представлены основные виды производств, типовых рабочих мест, типы и факторы рисков, на основе которых строится БД АСОПР.

В зависимости от типа производства и типа рабочего места из БД выбираются соответствующие группы рисков, и строится типовая обобщенная иерархическая модель профессиональных рисков, предъявляемая экспертам [3]. Типовая иерархическая модель содержит все возможные группы рисков. Каждый из экспертов удаляет из обобщенной модели незначимые, по его мнению риски и высказывается о степени значимости других. Далее производится суммарная оценка значимости каждого риска в пределах группы в соответствии с компетентностью каждого эксперта. Компетентность эксперта определяется в зависимости от его квалификации, стажа работы в данной предметной области и уровня знаний.

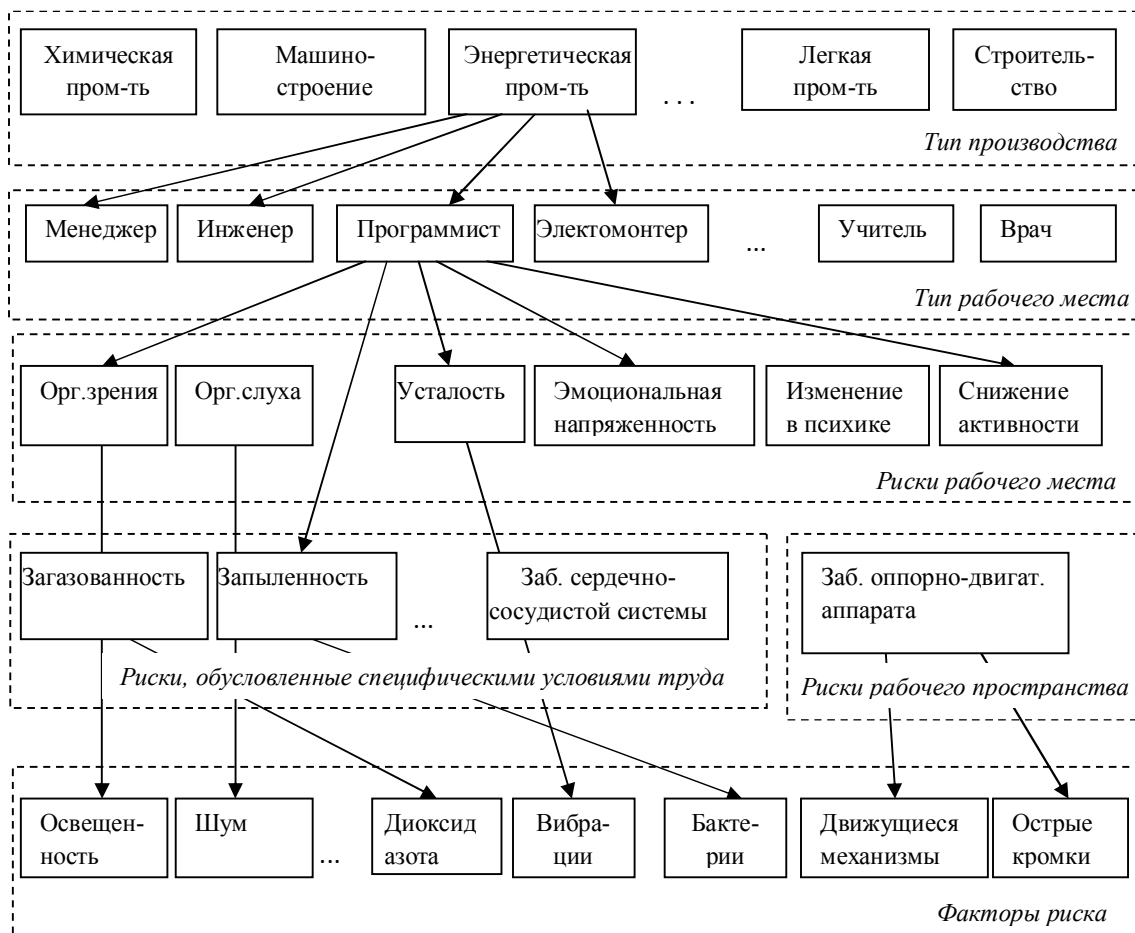


Рис 1. Структура БД АСОПР

В соответствии с обобщенным методом анализа иерархий строится комплексная модель рисков типового рабочего места. Оценка профессиональных рисков (элементов нижнего уровня иерархии) связана с анализом ущерба здоровью и жизни работника в процессе его трудовой деятельности или возникновения ЧС. Ущерб определяется воздействием вредных и опасных производственных факторов. Опасные и вредные факторы на объекте (рабочем месте) по природе действия подразделяются на физические, химические, биологические, психофизиологические. Факторы, определяющие производственные риски могут быть простыми и сложными. Например, для рисков, связанных с органами зрения определяющим фактором будет являться освещенность рабочей зоны; для рисков, связанных с органами слуха – повышенный уровень шума.

Получение оценок производственных рисков в зависимости от их вида и определяющих факторов производится прямыми или косвенными методами [4].

В случае прямого метода риск оценивается как произведение вероятности наступления опасного события на рабочем месте и тяжести ущерба здо-

ровью и жизни работника. Выбор показателя ущерба, используемого для оценки риска, зависит от целей, ресурсов, объема информации, особенностей решаемых задач, и т.д. В работе представлена модифицированная пятиуровневая шкала показателей ущерба [4]. Вероятность наступления опасного события определяется на основе статистических данных или анализируется экспертом.

Косвенный метод оценки производственных рисков использует показатели, характеризующие отклонение контролируемых параметров от норм для определяющих факторов. Разработан подход, позволяющий установить соответствие контролируемого параметра и категории профессионального риска для каждого фактора рабочей среды [4].

Оценки производственных рисков нижнего уровня иерархии обрабатываются в соответствии с комплексной моделью. Формируется оценка риска по каждой группе факторов и оценка риска типового рабочего места. Каждой категории риска (по группам и факторам) ставится в соответствие организационные и технические меры, необходимые для устранения риска, а также сроки внедрения мер. Например, для незначительных рисков достаточен пересмотр факторов при следующей оценке, а катастрофические риски требуют немедленного принятия мер по устранению факторов, их вызывающих.

Разработанная система оценки и управления рисками может быть использована для различных типов производств и ее внедрение приведет к повышению экономической эффективности и минимизации ущербов от возникновения опасных событий и ЧС.

Литература

1. Федорец А.Г. Методические основы количественного оценивания производственных рисков // Энергобезопасность в документах и фактах. №2, 2008
2. ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков».
3. Падерно П.И. Комплексирование мнений групп экспертов при оценке значимости показателей // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2010. № 190. с.207-211.
4. Куракина Н.И., Нассер С.С.С. Автоматизированная система оценки и управления рисками // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". 2013. №6

Куракина Н.И., Ивлиев И.А.

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО УДЕЛЬНОМУ КОМБИНАТОРНОМУ ИНДЕКСУ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ НА БАЗЕ ГИС

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

В условиях постоянного роста масштабов влияния антропогенных факторов важным аспектом исследований природных вод является оценка их загрязненности в соответствии с гигиеническими и рыбохозяйственными требованиями. Водная среда является конечным замыкающим звеном миграции и депонирования даже для многих загрязняющих веществ, не поступающих напрямую в водные объекты, а выбрасываемых в воздушную среду, сбрасываемых на ландшафты, вносимых в почву при сельскохозяйственной деятельности и строительстве [1]. Таким образом, в водной среде происходит накопление наиболее опасных загрязняющих веществ, химическая трансформация которых затруднена из-за их высокой устойчивости к воздействию физико-химических факторов.

В связи с этим охрана поверхностных вод от загрязнения является актуальной задачей. Одним из важных направлений охранной деятельности выступает мониторинг поверхностных вод, что отражено в нормативно-правовых документах, таких, как Водный кодекс РФ. В настоящее время государственная служба наблюдений за состоянием окружающей среды проводит наблюдения за загрязнением вод, руководствуется документом РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям», согласно которому классификация качества воды осуществляется по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) [2].

УКИЗВ оценивает долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ. Для оценки качества воды в реках и водоёмах их разделяют по загрязнённости на несколько классов. Классы основаны на интервалах УКИЗВ в зависимости от количества критических показателей загрязнённости. Значение УКИЗВ определяется по частоте и кратности превышения ПДК по нескольким показателям и может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16 (для чистой воды 0). Большему значению индекса соответствует худшее качество воды.

Расчет значения комбинаторного индекса загрязненности и относительная оценка качества воды проводятся в 2 этапа: сначала по каждому изучаемому ингредиенту и показателю загрязненности воды, затем рассматривается

одновременно весь комплекс загрязняющих веществ и выводится результирующая оценка.

Для реализации расчета удельного комбинаторного индекса загрязненности воды и проведения классификации степени загрязненности воды водных объектов разработана программная система расчета УКИЗВ на языке Pascal в программной среде Borland Delphi 7, СУБД Microsoft Access 200x, работающая на операционных системах семейства Windows, интегрированная с ArcGIS ArcInfo 9.x и осуществляющая (рис. 1):

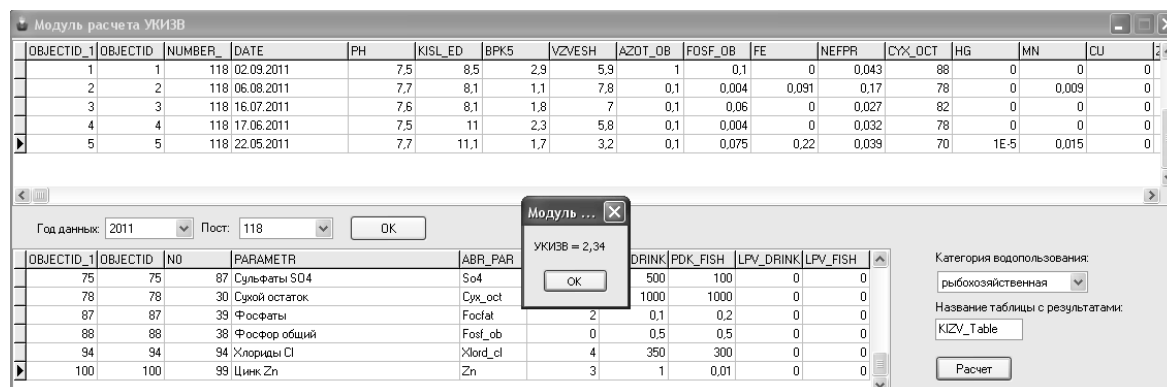


Рис. 1 Интерфейс программной системы

- Выбор файла базы геоданных (БГД);
- Задание таблицы результатов контроля и справочника ПДК;
- Фильтрацию данных по годам и постам;
- Возможность выбора категории водопользования;
- Расчет УКИЗВ по заданному посту контроля и временному диапазону;
- Запись результатов расчета в указанную таблицу БГД.

Поскольку все данные хранятся в базе геоданных и имеют географическую привязку, то с использованием классов (баллов), присвоенных участкам водных объектов, на базе ArcGIS ArcInfo осуществляется построение тематических карт, которые позволяют визуально оценить состояние объекта в целом [3, 4].

Для создания тематических карт анализа водные объекты представляются в виде полигональных ГИС слоев. На базе слоев частных водосборов осуществляется формирование модели водного объекта. При этом каждый водный объект разбивается на участки, по которым проводится анализ их состояния. Каждому участку ставится в соответствие код, по которому будет производиться связывание пространственных данных с результатами расчета УКИЗВ для последующего построения тематических карт. Разделение слоев частных водосборов на участки производится в соответствии с местоположением постов наблюдений.

Средствами ГИС модель водного объекта отображается условными знаками в соответствии со значениями рассчитанного класса качества воды. В виде компоновки формируется результирующая тематическая карта, содержащая дополнительные информативные данные (рис. 2).



Рис. 2 Тематическая карта анализа

Разработанная программная система положена в основу методических указаний к лабораторной работе по курсу «Интегрированные системы на базе геоинформационных технологий».

Литература

1. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН (Институт экологии волжского бассейна Российской академии наук), 2003. – 463 с.
2. Л. К. Орлова, Я. Ф. Грачева, И. А. Крайнева РД 52.24.643—2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям
3. Куракина Н.И., Габидинова А.Р., Информационная среда мониторинга и пространственного моделирования загрязнения водных акваторий на базе ГИС технологий. Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ". - 2013.- №5.
4. Куракина Н.И., Ивлиев И.А., Седунова Е.Н. Технологии геоинформационных систем в вопросах экологического мониторинга и прогнозирования ЧС. Сборник трудов XIII Всероссийской научно-методической конференции "Телематика 2013", - СПб, 2013.

Минина А.А., Жданова Е.Н.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДА НОРИЛЬСКА НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет "ЛЭТИ"*

Одним из крупнейших и самых загрязненных промышленных городов на севере Красноярского края за Полярным кругом является Норильск. Экологическая опасность для населения города и прилегающих к нему районов обуславливается тем, что Норильск является «производной» одного из крупнейших в мире горнодобывающего, и, одновременно, металлопроизводящего комбината [1]. В связи с этим, основной ущерб экологии города наносят техногенные объекты в результате масштабного загрязнения поверхностных и подземных вод, почвы и атмосферного воздуха опасными для окружающей среды веществами, что влечёт за собой гибель животных и растений, деградацию экосистемы.

В силу того, что задача минимизации воздействия техногенных объектов на экологию района является очень сложной, встает вопрос о регулярном проведении мониторинга техногенных объектов и окружающей среды. Мониторинг – это система наблюдений и контроля, проводимых регулярно, по определенной программе для оценки состояния объекта исследования, анализа происходящих в нем процессов и своевременного выявления тенденций его изменения [2]. На Норильском комбинате экологический мониторинг давно разработан, организован и внедрён. Ведётся сбор и анализ данных по хлору, аэрозолям тяжелых металлов, сероводороду, серной кислоте, диоксиду селена, серооксиду углерода, фтористому водороду и другим вредным веществам. Экологическое состояние города Норильска по сравнению с другими городами и основные виды загрязняющих веществ рассмотрены в [3].

Для решения задачи оценки влияния техногенных объектов на экологию города необходимо максимально учесть все особенности рассматриваемой территории: ее протяженность, рельеф, климатические условия, объем выбросов загрязняющих веществ, количество и состояние техногенных объектов и др. Для этого целесообразно применение геоинформационных систем (ГИС). ГИС дает возможность работать с пространственно-распределенной информацией, для ее интегральной и согласованной обработки, что обеспечивает лицо, принимающее решение (ЛПР) полной, достоверной и оперативной пространственной информацией.

Для оценки экологического состояния города Норильска и мониторинга техногенных объектов было решено разработать геоинформационный проект

по городу Норильску (ГИС-проект). Для этого была создана пространственная топооснова проекта (рис.1).

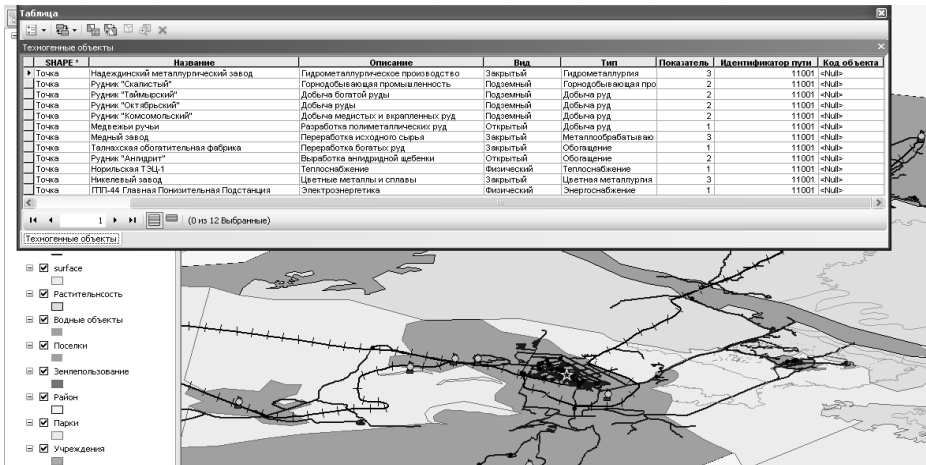


Рисунок 1 - Атрибутивная таблица класса пространственных объектов «Предприятия»

В нее вошли такие классы пространственных объектов как: города, водные объекты; районы; растительность; улицы; здания; парки; дороги; ж/д дороги; и т.п.

На карту были нанесены рудники, горно-металлургические комбинаты, металлургические заводы, обогатительные фабрики. Также были найдены данные по выбросам этих предприятий. Следующий шаг – анализ найденных и нанесенных на карту данных. Обычно он включает наложение слоев, запросы атрибутов и местоположение объектов, пространственное моделирование.

Был построен полигональный слой, включающий в себя железную дорогу и предприятия Норильского промышленного района, для наблюдения и анализа влияния техногенных объектов на железную дорогу. Этот слой был разбит на ячейки одинакового размера для нанесения на карту направления ветров.

Далее на карту были нанесены направления ветров, с учетом их скорости по сезонам. Стрелки показывают, куда направлен ветер, а по размеру стрелки можно судить о силе (скорости) ветра (рис 2).

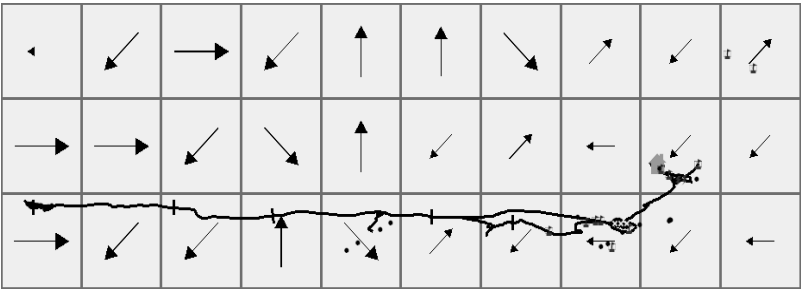


Рисунок 2 – Отображение скорости и направления ветра за зимний сезон

Для автоматического отображения скорости и направления ветра по выбранному сезону была построена модель в среде графического программирования Model Builder [4] (рис.3).

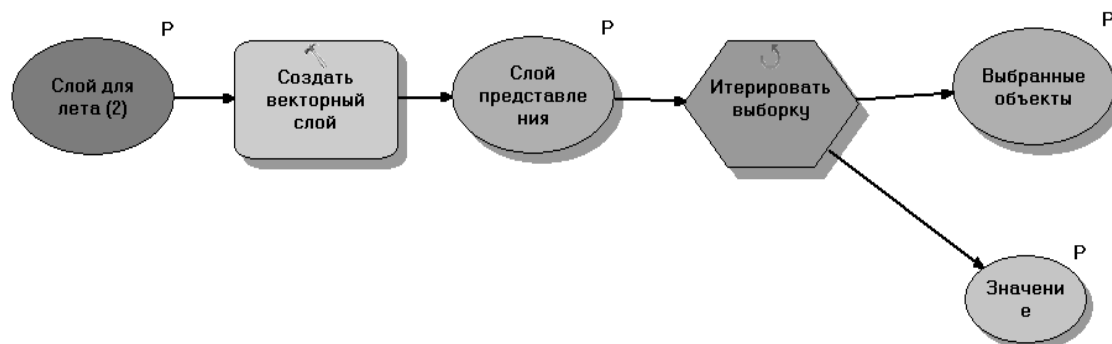


Рисунок 3 – Блок-схема модели для автоматического построения ветра за сезон

Для представления данных по ветрам в режиме реального времени, с помощью Excel [10] создается веб-запрос и полученные данные добавляются на карту в ArcGis (рис.4).

Таблица			
Лист2\$			
	F1	F3	Последний ветер
▶	значение	направление	скорость
	ЮЗ 7м/с	225	7

Рисунок 4 – Атрибутивная таблица для ветра в реальном времени

В силу того, что техногенные объекты, могут располагаться на некотором расстоянии от исследуемого объекта, для учета их влияния и возможного воздействия на объект вокруг предприятий строятся три зоны влияния. Зона наименьшего радиуса 500 м считается самой опасной и имеет максимальный показатель воздействия, установленный экспертами. Следующая по радиусу 1 км зона менее опасна, но в зависимости от вида предприятия может быть значимой при оценке. И третья зона – самого большого радиуса 2 км считается практически безопасной, но при анализе влияния разного рода химических и нефтеперерабатывающих, а также атомных предприятий ее необходимо вводить и учитывать возможность влияния предприятия на экологию в данной зоне.

Далее в зависимости от того на сколько выбросы предприятий превышают предельно допустимых концентрации (ПДК) буферные зоны каждого из них по-разному окрашиваются (рис. 5). Это необходимо для того, чтобы вы-

явить наиболее опасное предприятие и определить, куда будет направлено облако загрязнения в зависимости от ветра.

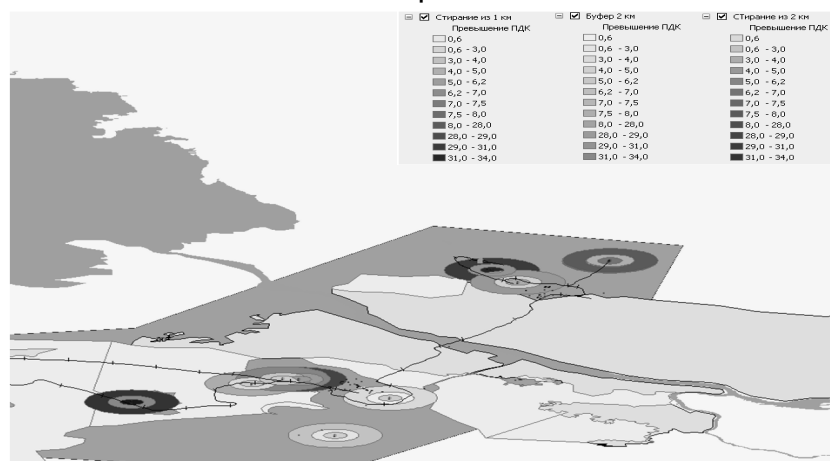


Рисунок 5 – Буферные зоны с учетом ПДК

Разработанный ГИС-проект позволяет предоставлять результаты об экологическом состоянии города Норильска и его окрестностей лицам, принимающим решения (администрации города, экологическим станциям). На основе полученных результатов можно оценить наличие опасных выбросов в наиболее загрязненных районах и, при необходимости, сообщить об этом в соответствующие службы для своевременного принятия необходимых мер.

В дальнейшем планируется построение моделей распространения загрязняющих веществ в воздухе на основе ОНД-86.

Литература

1. Википедия. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Norilsk>
2. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.mybntu.com/general/protect/monitoring-i-prognozirovanie-chrezvychajnyx-situacij.html>
3. Минина А.А., Жданова Е. Н. Предотвращение ЧС на основе мониторинга техногенных объектов города Норильска. Сборник научных трудов, посвященный 380-летию вхождению Якутии в состав Российского государства «Геополитические факторы устойчивого развития Арктики и инновационные технологии прогнозирования и предотвращения Чрезвычайных ситуаций» СПбГЭТУ «ЛЭТИ»», 2012. С 33 - 41
4. Доклад объединения Bellona. Горно-металлургическая компания «Норильский Никель»: влияние на окружающую среду и здоровье людей. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://bellona.ru/filearchive/fil_nikel-report-bellona-2010-ru.pdf

5. Дневник погоды. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gismeteo.ru/diary>
6. Раклов В.П. Картография и ГИС: Учебное пособие / В.П. Раклов – М.: Академический проект, 2011. – 224 с.
7. ArcGIS Resources. Справка ArcGIS 10.1 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/>
8. Scott Crosier ArcGis 9. Начало работы в ArcGis / Scott Crosier, Bob Booth, Katy Dalton – М.: ESRI, 2004. – 272
9. Леонтьева И.Н. Безопасность жизнедеятельности / И.Н. Леонтьева, А.Л. Гетия – М.: 1998
10. Основы Excel. Книги по Excel [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.on-line-teaching.com/excel/lsn023.html>

Минина А.А., Лебедева В.А.

**ВЛИЯНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА
НА УЧАСТОК ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет "ЛЭТИ"*

В настоящее время, очевидно, что природные катастрофы - это глобальная проблема. Они могут уничтожить все на своем пути. Природные опасности могут быть следствием недостаточной эффективности и неразвитости систем мониторинга окружающей природной среды; ослабления государственных систем наблюдения за природными процессами и явлениями; отсутствия или плохого состояния гидротехнических, противооползневых, противоселевых и других защитных инженерных сооружений, а также защитных лесонасаждений и многого и другого [1].

Статистически вычислено, что в целом на Земле каждый стотысячный человек погибает от природных катастроф. Согласно другому расчету число жертв природных катастроф составляет в последние 100 лет 16 тыс. ежегодно. К стихийным бедствиям обычно относят: землетрясения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержения вулканов, обвалы, засухи, ураганы и бури, а также: пожары, особенно массовые лесные и торфяные.

Перечисленные выше природные катастрофы опасны для человека, животного, растительного мира. Они несут массовые разрушения, которые могут служить причиной катастроф другого рода. В этом свете, на сегодняшний день актуальны вопросы обеспечения безопасности движения не только в

воздухе, или на воде, но и на железной дороге. В связи с чем целесообразна разработка информационных систем, которые бы учитывали пространственный, временной характер воздействий и другие особенности природных опасностей.

Поэтому необходимо разработать систему предотвращения чрезвычайных ситуаций на железной дороге, которая позволит оценить влияние чрезвычайных ситуаций природного характера на участок железной дороги с целью их минимизации и предотвращения. Это возможно посредством геоинформационных систем (ГИС) [2]. Использование ГИС позволит реализовывать сложные алгоритмы обработки пространственно-распределенных данных, а также отслеживать динамику изменения событий во времени, что актуально при решении задач предотвращения чрезвычайных ситуаций природного характера.

Объектом исследования был выбран Хабаровский край - один из крупнейших по размерам субъектов Российской Федерации, так как ежегодно на его территории случается множество чрезвычайных ситуаций природного характера. В Хабаровском крае опасные природные явления и процессы обусловлены географическим положением, климатическими особенностями, условиями формирования весеннего стока на реках [3]. Что касается пожаров, то высокая горимость лесов в крае, наряду с региональными климатическими особенностями, во многом обусловлена и специфическим составом растительности, отличающейся повышенной природной пожарной опасностью. Также к сейсмоопасным районам края, характеризующимся сейсмической активностью сотрясений 7 и более баллов, относится три четверти территории края.

Для разработки системы оценки чрезвычайных ситуаций с целью минимизации и предотвращения чрезвычайных ситуаций природного характера на участок железной дороги, изначально была разработана информационная модель проекта, которая была подробно рассмотрена в [4].

Оценка влияния возможных чрезвычайных ситуаций, вызванных воздействием стихии, на состояние рельсового пути основывается на анализе и учете факторов, входящих в состав априорных знаний (АЗ):

$$АЗ = (Sp, ex, d, f, d_r, \dots), \quad (1)$$

где Sp - вид чрезвычайных ситуаций; ex - протяженность чрезвычайных ситуаций; d - удаленность чрезвычайных ситуаций от железной дороги; f - частота появления чрезвычайных ситуаций в данном районе (по статистическим данным); d_r - степень риска чрезвычайных ситуаций. Каждый тип чрезвычайной ситуации оценивается некоторой степенью риска (чаще всего от 1 - 3, где 1 – наиболее опасное ЧС, а 3 – менее опасное для окружающей среды и че-

ловека) [1]. На основе анализа представленных в [1] АЗ каждому ЧС присваивается показатель воздействия на железную дорогу.

Для разработки метода оценки влияния природных чрезвычайных ситуаций на участок железной дороги, используя вероятностный подход, необходимо:

- выявить однородные сегменты железной дороги;
- вычислить вероятностные параметры для выделенных сегментов;
- вычислить вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций на выделенных сегментах с учётом сегментов повышенного риска.

Исходным предположением относительно вероятности возникновения природной чрезвычайной ситуации на определённом участке является предположение, что годовое количество чрезвычайных ситуаций на участке длины L является стационарным потоком однородных событий, т.е. вероятность возникновения чрезвычайной ситуации в количестве K на любом участке железной дороги зависит только от количества чрезвычайных ситуаций и от протяжённости участка [5].

Кроме этого предполагается, что вероятность возникновения чрезвычайной ситуации на одном участке не сказывается на вероятности возникновения чрезвычайной ситуации на других участках. Также нужно учесть, что вероятность появления более одного события (природной чрезвычайной ситуации) пренебрежительно мала по сравнению с вероятностью появления только одного события на некотором участке.

Вышеперечисленные предположения позволяют описать вероятность появления чрезвычайных ситуаций на участках с помощью распределения Пуассона. Согласно этому закону, вероятность появления K чрезвычайных ситуаций на участке длиной L определяется формулой

$$P_L(K) = (\lambda L)^K \cdot e^{-\lambda L} / K!, \quad (2)$$

где L – длина участка железной дороги, K – число природных чрезвычайных ситуаций, рис.1.

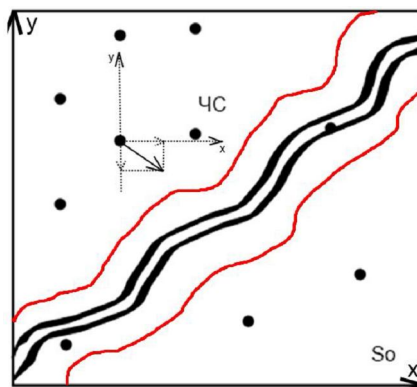


Рис.1. Участок железной дороги с буферной зоной вокруг

Параметр распределения λ называется интенсивностью потока и определяет среднее число чрезвычайных ситуаций, которые происходят за год на участке железной дороги.

Однако использовать распределение Пуассона можно только для участков с одинаковой интенсивностью потока, и оно не применимо ко всему участку железной дороги. В силу этого необходимо разбить участок на такие сегменты, на которых интенсивность потока чрезвычайных ситуаций можно считать постоянной, и, следовательно, применять соответствующее распределение Пуассона для данных сегментов.

Для реализации проекта в ГИС была создана топографическая основа (топооснова) проекта - план местности (рис.2), который включает в себя указание на местности зданий, сооружений, дорог, водных объектов и высотных отметок. Она создается на основе блока «Общегеографические слои» разработанной информационной модели проекта [4].

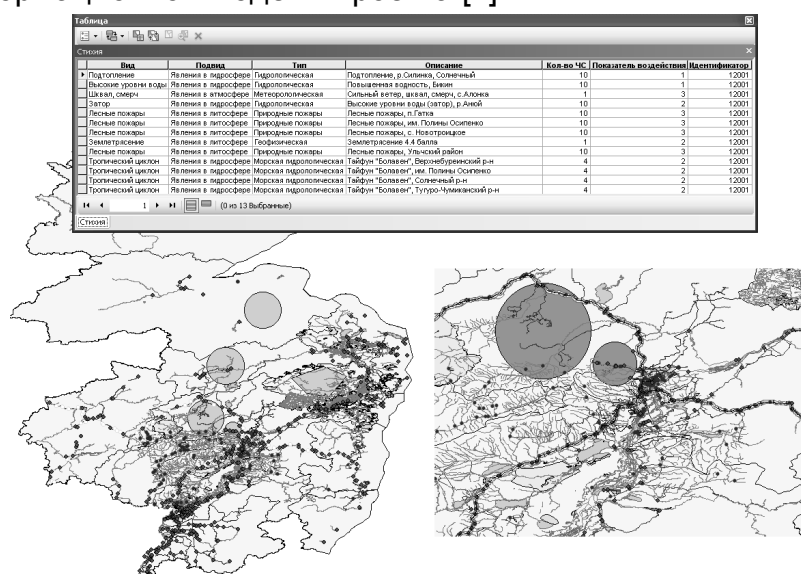


Рис.2. Атрибутивная таблица, природные чрезвычайные ситуации и буферная зона вокруг железной дороги

Чтобы иметь лучшее представление о случавшихся ранее природных чрезвычайных ситуациях, оценить возможность их возникновения в будущем, а также оценить влияние чрезвычайных ситуаций природного характера на участок железной дороги, были найдены статистические данные по чрезвычайным ситуациям, произошедшим в Хабаровском крае в течение последних нескольких лет. Эти данные были занесены в базу данных проекта и отражены на созданной топооснове (рис.3).

Буферная зона — полигон, границы которого отстоят на определенное расстояние от границ исходных объектов. При формировании буферных зон её ширина может задаваться явно или определяться расчетно, исходя из ка-

кого-либо признака объектов. Так как чрезвычайные ситуации природного характера находятся на определенном расстоянии от железной дороги, была построена буферная зона шириной в 2 км для учета влияния этих чрезвычайных ситуаций на железную дорогу. Построение буферной зоны заключается в очерчивании вокруг железной дороги контура, все точки которого отстоят от железной дороги на заданную величину. Полученный в результате контур записывается в редактируемый слой.

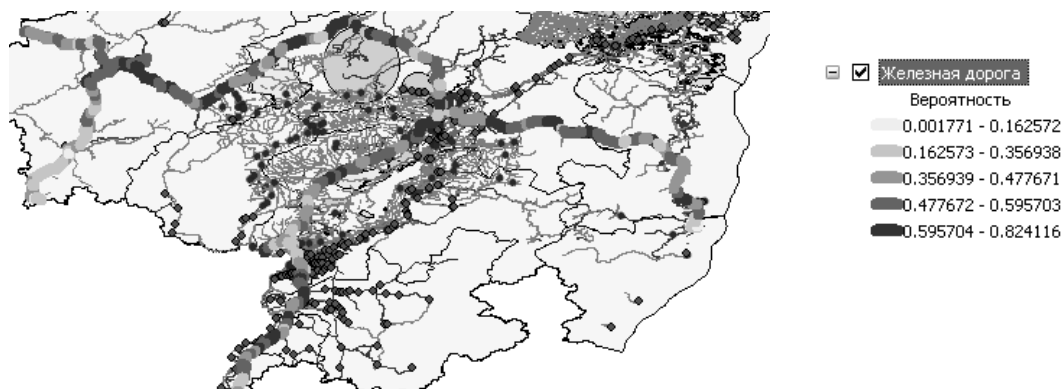


Рис. 3. Вероятности, построенные на основе среднего числа чрезвычайных ситуаций на всей железной дороге

Для расчета вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций на участках железной дороги в автоматическом режиме по разработанному методу было создано два скрипта на языке программирования Python. Один скрипт рассчитывает вероятности возникновения природных чрезвычайных ситуаций на основе среднего числа природных чрезвычайных ситуаций, произошедших за год в крае, а второй учитывает среднее число чрезвычайных ситуаций на каждом участке железной дороги. Полученные вероятности возникновения природных чрезвычайных ситуаций показаны цветом на тематических картах (рис.4).

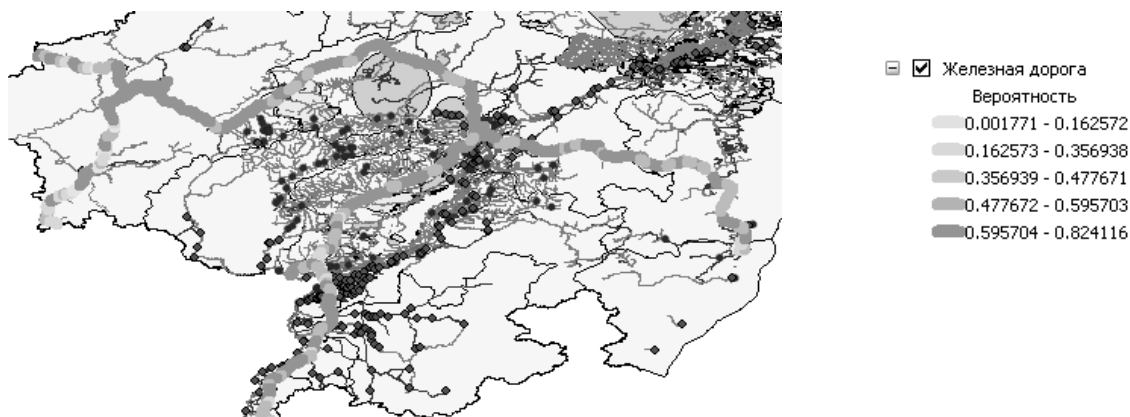


Рисунок 4 – Вероятности, которые основываются на среднем числе чрезвычайных ситуаций на каждом участке железной дороги

С помощью разработанного метода оценки влияния чрезвычайных ситуаций, вызванных стихией, реализованного в геоинформационной системе, были получены автоматически рассчитанные вероятности возникновения природных чрезвычайных ситуаций на каждом участке железной дороги и выявлены самые опасные участки железной дороги Хабаровского края. Эти данные могут помочь в обеспечении безопасности на железной дороге.

Литература

1. Общая характеристика чрезвычайных ситуаций природного характера [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/chrezvychaynye-situacii-prirodnogo-haraktera.html>
2. Геоинформационные системы и технологии на железнодорожном транспорте: Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта (под ред. Матвеева С.И.)
3. Государственное регулирование охраны окружающей среды и природопользования Хабаровского края [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://gov.khabkrai.ru/invest2.nsf/ecology_ru/27ED054034872131CA2574E0007F8983?OpenDocument
4. Минина А.А., Лебедева В.А. Оценка влияния чрезвычайных ситуаций природного характера на участок железной дороги с использованием геоинформационных технологий. Сборник научных трудов, посвященный 380-летию вхождению Якутии в состав Российского государства «Геополитические факторы устойчивого развития Арктики и инновационные технологии прогнозирования и предотвращения Чрезвычайных ситуаций» СПбГЭТУ «ЛЭТИ»», 2012. С 137 - 141
5. Тетерин И.М. Методики оценки потерь от чрезвычайных ситуаций на магистральных газопроводных сетях: Статья. – 2008. –13с.

Алексеев В.В., Орлова Н.В., Шишкин И.А.

ГИС «МЕЛИОРАЦИЯ». ПОЛУЧЕНИЕ ОЦЕНОК СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»*

В ГИС «Мелиорация» для каждой территориальной системы (ТС), её мелиоративной системы (МС) в соответствии с их целевыми функциями определяются физические и гидрофизические характеристики.

Реальные характеристики определяются на основе результатов измерений и экспертных оценок, полученных в процессе обследования.

Для получения результирующей оценки состояния того или иного сооружения или всей системы в целом необходимо все результаты обследований представить в едином виде, обеспечивающем возможность их объединения. Это возможно, если к каждому частному результату измерения или экспертизы предъявить требование заданной достоверности. Т. е. если все результаты будут удовлетворять требованиям единства измерений [1].

Будем считать, что простыми являются результаты единичных измерений или экспертных оценок. Сложные оценки – это оценки, полученные на основе объединения измерений разных величин, или экспертных оценок, характеризующих интересующее свойство объекта. Комплексной оценкой – оценку, полученную на основе объединения простых и сложных оценок, т.е. результатов измерений и экспертных оценок [2].

Оценка состояния территориальной системы

Характеристики состояния ТС устанавливаются в результате обследований территории специалистами-экспертами. Важными являются следующие оценки. Урбанизация территории $\omega_7^* = S_y/S_G^*$, определяемая с помощью экспертных оценок и результатов измерений в ГИС после нанесения информации на карту. Уровень подтопления, определяемая для каждого класса территории ω_8^* (ω_{81}^* – значительно ниже (ЗН) нормы $h, м$; ω_{82}^* – ниже нормы (НН) $h, м$; ω_{83}^* – норма (Н) $h, м$; ω_{84}^* – выше нормы (ВН) $h, м$; ω_{85}^* – значительно выше (ЗВ) нормы $h, м$). Оценки формируются на базе серии измерений с определенной точностью и носят вероятностный характер. На рисунке 1 приведен пример последней оценки. На рисунке: h_i^* – i -ый результат контрольных измерений уровня подтопления, $p(h)$ – плотность распределения вероятностей погрешностей измерений, проводимых с заданной точностью, $\omega_{8норм}^*$ – ось нормативных значений уровня воды для конкретной ТС; $\omega_{8норм}^*$ – ось качественных нормированных значений с равными коридорами; $p(\omega_8^*)$ – значения вероятностей с которыми результаты измерений попадают в соответствующий коридор качественной нормированной шкалы, $\sum_i p(\omega_{8i}^*) = 1.0, i=1 \div 5$.

Аналогичным способом могут быть получены нормированные значения других характеристик ТС.

Оценка состояния инженерных сооружений МС

Получение данных контрольных измерений

Результат измерения представляет собой числовое значение контролируемого параметра в единицах представления физической величины. Степень достоверности (неопределенности) полученного результата [3] зависит от: погрешностей средств измерения, используемого метода измерения, принятой модели процесса.

Суммарная погрешность полученной оценки характеризуется математическим ожиданием (в случае смещенной оценки) и законом распределения случайной составляющей $f(x^*, \sigma)$. Закон распределения погрешности в большинстве случаев имеет симметричную форму. Поэтому, доверительный интервал оценки определим как $x^* \pm k\sigma$.

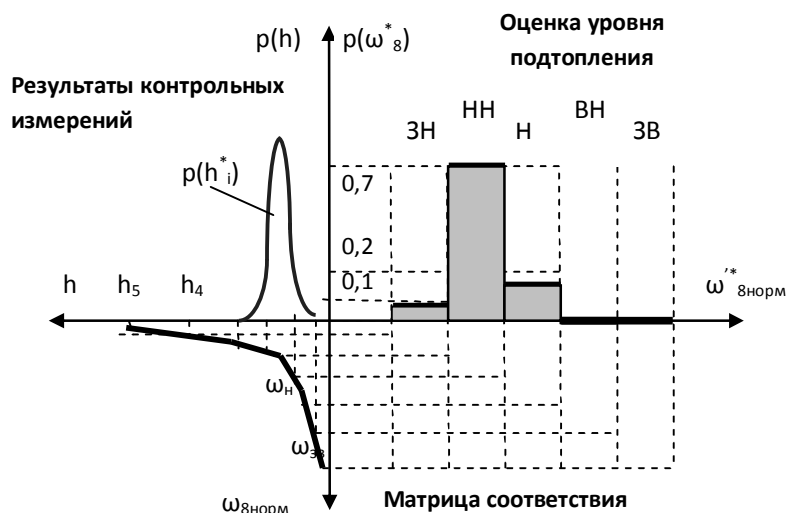


Рис.1. Схема формирования оценки уровня подтопления территории по результатам контрольных измерений h_i^* .

Для приведения результатов контрольных измерений к нормированной шкале с равными отрезками определим её следующим образом: 0-1 – повреждений нет (ПН), 1-2 – незначительные повреждения (НП), 2-3 – средние повреждения (СП), 3-4 – значительные повреждения (ЗП), 4-5 – большие повреждения (БП), 5-6 – канал разрушен (КР).

Значение контролируемой величины на нормированной шкале качественных отношений может быть определена как вероятность нахождения результата контрольного измерения в соответствующем интервале. На рисунке 2 приведен пример представления результатов измерений x^* в качественной шкале для случая, когда результат контрольных измерений равен $x^* = x^* \pm k\sigma = x^* \pm 0.5x^*$.

Вероятность принятия того или иного значения качества определяется как $p_i = \int_{x_{i-1}}^{x_i} f(x^*) dx$, $i=1 \div 6$. На рисунке 2 $p_1 = 0.01$, $p_2 = 0.18$, $p_3 = 0.5$, $p_4 = 0.3$, $p_5 = 0.02$, $p_6 = 0.0$.

Таким образом, любой результат измерения может быть сведен к нормированной оценке состояния контролируемого объекта. В результате будет получено множество оценок контрольных измерений параметров состояния территории – $X_T = \{x_{Ti}^*\}$ и сооружений – $X_C = \{x_{Ci}^*\}$.

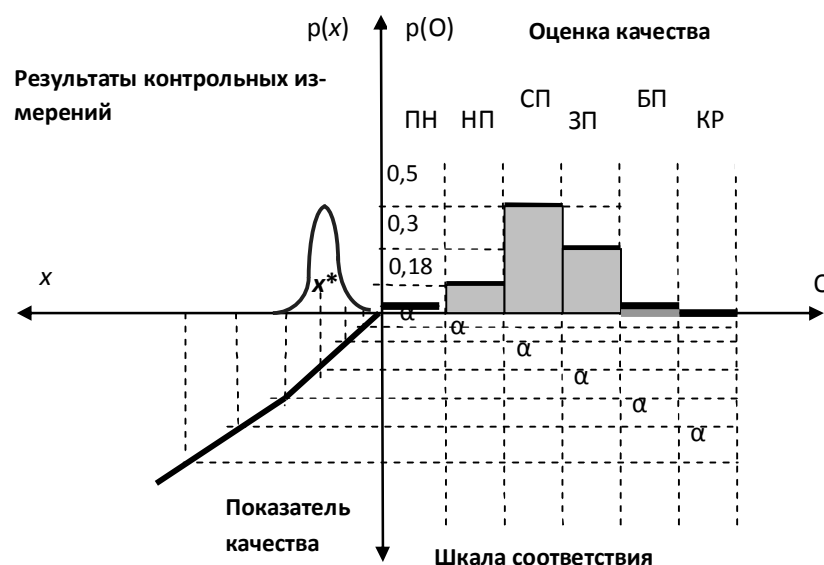


Рис.2. Плоскость соответствия результата контрольных измерений и нормированных значений качественной оценки.

Получение экспертных оценок

Результаты обследований имеют свою специфику, которая отличается присутствием в оценке достаточно большой доли субъективного фактора. Получаемые оценки имеют случайный характер и могут иметь довольно большое смещение в зависимости от многих субъективных причин. Степень доверия к таким данным может определяться также экспертами.

Эксперт – специалист высказывает свое мнение относительно интересующей характеристики в понятиях или отношениях, характеризующих ее значение, например: “средние повреждения” с вероятностью 0.85 – $x^* = \{\text{СП}, 0.85\}$; не хуже чем “незначительные повреждения” с вероятностью 0.7 – $x^* = \{\text{НП}, 0.7\}$; не лучше чем “значительные повреждения” с вероятностью 0.8 – $x^* = \{\text{ЗП}, 0.8\}$. На рисунке 3 приведен вид этих оценок.

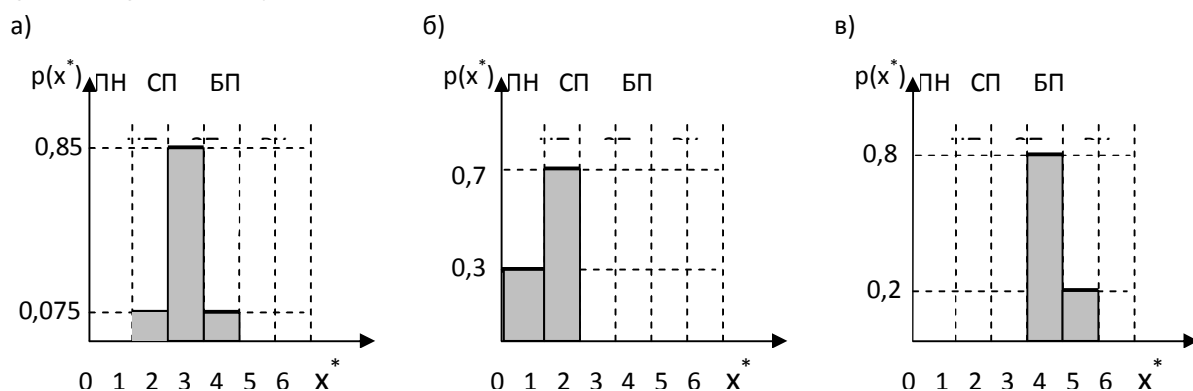


Рис. 3. Пример экспертной представления оценки а) прямая оценка, б) оценки типа «не хуже», в) оценки типа «не лучше».

Экспертная оценка может быть получена в результате обследования объекта. Например, эксперт проводит описание признаков подтопления определенного района территории. При этом регистрируются различные количественные величины. Значение каждой величины определяет степень подтопления объекта и может быть связана с нормированными значениями характеристики объекта также как и результаты контрольных измерений. Степень достоверности определяется как результат статистической обработки протоколов обследования.

Результаты обследований состояния и измерения физических параметров технического сооружения (канала) в заданном створе могут быть также представлены в виде нормированной шкалы в соответствии с таблицей 1.

В результате получается характеристика, указывающая на наиболее вероятные состояния канала в заданных створах. Результаты обследования представляются в нормированном пространстве качественных оценок и представляют собой множество экспертных оценок параметров состояния территории – $E_T = \{e_{Ti}^*\}$ и сооружений – $E_C = \{e_{Ci}^*\}$. Описанные оценки являются простыми, направленными на определение или регистрацию того или иного качества или группы качеств.

Таблица 1.

Состояние канала в заданном створе	Значения оценки состояния канала в заданном створе (O_i), балл из 100					
	ПН	НП	СП	ЗП	БП	КР
Повреждений нет.	100	0	0	0	0	0
Заросший камышом и высокотравной растительностью.	0	20	50	30	0	0
Заросший кустарником.	0	0	30	70	0	0
Заросший травой.	40	40	20	0	0	0
Заросший травой и кустарником.	10	40	50	0	0	0
Засыпан (степень засыпки).	0	0	0	10	30	60
Частично переустроенное.	0	0	10	20	30	40
Незначительные повреждения технические.	0	80	20	0	0	0
Средние повреждения технические.	0	10	70	20	0	0
Значительные повреждения технические.	0	0	10	80	10	0
Большие повреждения технические.	0	0	0	10	90	0
Канал разрушен.	0	0	0	0	0	100

Сложная оценка

ТС и МС представляют собой сложные объекты, которые характеризуются большим количеством параметров. Поэтому оценка состояния таких объектов также является сложной, базирующейся на простых, частных оценках.

Сложная оценка представляет собой обобщенную характеристику, полученную путем суммирования простых оценок в нормированном пространстве с учетом их свойств

$$O_m^* = \text{SUM}_{j \in J_s} \{x_j^*, e_j^*, p_{dj}, p_{yj}\},$$

где: m – номер сложной характеристики объекта в множестве сложных характеристик M , $\text{SUM}_{j \in J_s}$ – оператор суммирования, x_j^* , e_j^* – простые оценки состояния объекта, входящие в множество анализируемых характеристик J_s , p_{dj} – оценка степени доверия и p_{yj} – оценка степени участия x_j^* .

Таким образом, разработанные алгоритмы получения простых и сложных оценок на основании контрольных измерений и экспертных оценок в нормированном пространстве качественных шкал обеспечивают их большую достоверность. Они хорошо вписываются в ГИС-технологии, так как достаточно просто представляются в виде ГИС-слоев, описывающих тот или иной объект, что позволяет автоматизировать процесс получения характеристик объектов, сравнительный анализ, ранжирование и представление в удобном виде для принятия решений.

Литература

1. Алексеев В.В., Орлова Н.В., Иващенко О.А. ИИС контроля состояния природных объектов на основе геоинформационных технологий. Формирование нормированных шкал для простых, сложных и комплексных оценок// Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2010.
2. Алексеев В.В., Шишкин И.А. ИИС мониторинга состояния системы инженерной защиты территории от подтопления на базе ГИС. ЧАСТЬ 2. Получение оценок, поддержка принятия управляющих решений.//Приборы.-2012.-№6..
3. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях. Перевод документа EURACHEM. - С.-Пб., Крисмас+, 1997.

Алексеев В.В., Орлова Н.В.

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЕФЕКТА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА НА ОСНОВЕ
ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ**

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»*

Железная дорога, являясь сложнейшим территориальным разветвленным транспортным предприятием, постоянно находится под воздействием природно-климатических факторов и проходящих по ней поездов. Для обеспечения безопасного и бесперебойного движения с установленными скоростями железнодорожный путь (ЖДП) должен находиться в постоянно исправном состоянии, т.е. соответствовать требованиям нормативно-технической документации.

Текущее содержание пути, как составляющая технического обслуживания сооружений и устройств железнодорожного транспорта – важнейший элемент системы ведения путевого хозяйства сети дорог.

Информационной системой, позволяющей интегрировать в себя базы данных с учетом пространственных факторов о состоянии железнодорожного полотна, технических сооружений и других объектов путевого хозяйства, по управления грузоперевозками, принятия соответствующих мер по безопасности и работоспособности является геоинформационная система (ГИС).

Для обеспечения информационной поддержки на основе пространственного анализа разработан ГИС_проект. База данных ГИС содержит топооснову (базовую карту), геоинформационные модели ЖДП, транспортных сооружений ЖДП, объектов ЖДП, и др.

Основой геоинформационной модели ЖДП служит географическая модель железной дороги (оцифрованные участки) в географической системе координат WGS 84. Каждый участок ЖДП имеет идентификатор, определяющий его принадлежность к определенной железной дороге (ЖД), отделению ЖД и путевой части ЖД. На основе географической модели создана линейная модель, представляющая собой участки ЖДП от стрелки до стрелки (от разветвления до разветвления), которая формируется слиянием участков географической модели и представляет собой линейный объект, имеющий уникальный идентификатор и систему линейных измерений с точкой начала отсчета.

На основе линейной схемы формируется маршрут движения локомотива – последовательный набор участков линейной схемы, представляющий собой единую линию. Атрибуты маршрута движения локомотива соответствуют описанию путей в ведомости железнодорожных путей по форме 4, согласно ГОСТ

Р 21.1702-96 СПДС «Правила выполнения рабочей документации железнодорожных путей».

Каждому маршруту движения локомотива соответствует геоинформационная модель данного конкретного маршрута, содержащая информацию о местоположении (координатах) километровых столбов, пикетов и стыков рельс.

Местоположение километровых столбов вдоль ЖДП определяется по географическим координатам. Местоположение пикетов вдоль ЖДП определяется на основе линейной схемы в соответствии с реальными расстояниями (измеренными путевыми рабочими), что позволяет учитывать и усеченные пикеты. Местоположение стыков рельс также определяется на основе линейной схемы.

Контрольно-измерительная информация о состоянии ЖДП поступает в ГИС от бортовой измерительной системы (БИС) и описывает обнаруженный дефект или стык рельсов вектором параметров

$$D_j = \{t_j, L_j, x_j, y_j, Id_j, \Delta l_j\},$$
$$St_j = \{t_j, L_j, x_j, y_j\},$$

где D_j – обнаруженный дефект, St_j – стык рельс, t_j – метка времени, сек; L_j – текущая позиция по одометру, (мм); x_j, y_j – географические координаты (широта и долгота соответственно), вырабатываемые спутниковой навигационной системой, десятич. град; Id_j – идентификатор обнаруженного дефекта; Δl_j – отклонение j -го дефекта от нормы, мм.

Предполагается, что при движении локомотива при проезде километрового столба, который является реперной точкой, БИС получает информацию о его координатах. Эта информация лежит в основе алгоритма корректировки измерений расстояний, определяющих местоположение (позицию) дефектов и стыков рельс на ЖДП в ГИС.

Результаты измерений по обнаруженным дефектам и стыкам, поступающие от БИС, записываются в базу геоданных ГИС. Таблица результатов измерений является источником данных точечных событий. Далее эти события накладываются на линейный маршрут и осуществляется корректировка измерений расстояний – линейных координат местоположения на ЖДП. Корректировка местоположения дефектов (и стыков рельс) по показаниям одометра осуществляется путем калибровки маршрутных данных с использованием существующих измерений расстояний между реперными точками – километровыми столбами – геоинформационной модели. Калибровка уточняет измерения на маршруте, используя информацию об измерениях, сохраненную в качестве атрибута класса точечных объектов.

На рисунке 1 представлена схема ЖДП, где P_0 – точка начала движения; P_j – километровые столбы, представляющие собой реперные точки; P_k – точка окончания движения; Stj – стыки рельс; Dj – обнаруженный дефект.

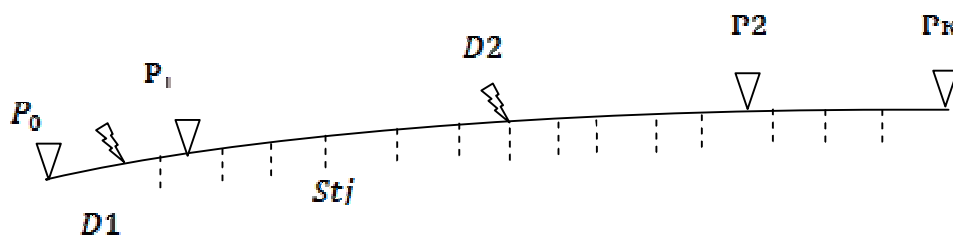


Рис. 1

Корректировка измерений расстояний вдоль маршрута движения локомотива может быть разбита на три части:

- корректировка измерений от точки начала отсчета (движения) до первой реперной точки;
- корректировка измерений от последней реперной точки до точки окончания движения;
- корректировка измерений между реперными точками.

Корректировка измерений от точки начала отсчета P_0 до первой реперной точки P_1 , с учетом измерений между реперными точками P_1 и P_2 , осуществляется методом экстраполяции до входной точки – точки P_1 .

Откорректированное расстояние от точки начала движения P_0 до P_1 :

$$I_{P_0}^* = S_{P_1} - \frac{L_{P_1}}{K_k},$$

где S_{P_1} – расстояние от точки начала отсчета до P_1 , согласно геоинформационной модели, мм; L_{P_1} – измеренное расстояние по одометру от точки начала отсчета до P_1 , мм; L_{P_2} – измеренное расстояние по одометру от P_1 до P_2 , мм.

При этом коэффициент K_k

$$k_k = \frac{L_{P_{j+1}} - L_{P_j}}{S_{P_{j+1}} - S_{P_j}}$$

или при корректировке расстояний до первой реперной точки

$$K_k = \frac{L_{P_2} - L_{P_1}}{S_{P_2} - S_{P_1}}$$

где $L_{P_2} - L_{P_1}$ – измеренное расстояние (по одометру) между реперными (калибровочными) точкам P_1 и P_2 , $S_{P_2} - S_{P_1}$ – расстояние между реперными точкам P_1 и P_2 по геоинформационной модели.

При обнаружении дефекта между точкой начала отсчета и первой реперной точкой корректировка измерений расстояний будет осуществляться также методом экстраполяции до входной точки:

$$L_{Dj}^* = S_{P1} - \frac{L_{P1} - L_{Di}}{K_k},$$

где L_{Dj}^* – откорректированное расстояние от обнаруженного дефекта до первой реперной точки, мм; L_{Dj} – расстояние по одометру от точки начала движения до обнаруженного дефекта, мм.

Корректировка местоположения дефекта при проезде между реперными точками P_j и P_{j+1} осуществляется методом интерполяции.

Откорректированное расстояние от точки начала отсчета до дефекта L_{Dj}^* :

$$L_{Dj}^* = S_{Pj} + \frac{L_{Di} - L_{Pj}}{K_k},$$

где S_{Pj} – расстояние от точки начала отсчета до P_j реперной точки по геоинформационной модели, мм; L_{Di} – измеренное расстояние по одометру от точки начала отсчета до местоположения дефекта, мм; L_{Pj} – измеренное расстояние по одометру от точки начала отсчета до P_j реперной точки

Откорректированное расстояние от последней реперной точки до конечной точки движения

$$L_{Pk}^* = S_{PN} + \frac{L_{Pk} - L_{PN}}{K_k},$$

Где S_{PN} – расстояние от точки начала отчета до последней реперной точки на маршруте движения по геоинформационной модели, мм; L_{PN} – расстояние от точки начала отсчета до последней реперной точки по одометру, мм; N – кол-во км столбов вдоль маршрута движения локомотива.

Аналогично осуществляется корректировка местоположения стыков.

$L_{Stn}^* = S_{P1} - \frac{L_{Stn}}{K_k}$ – при расположении стыка до первой реперной точки;

$L_{Stn}^* = S_{Pi} + \frac{L_{Stn} - L_{Pi}}{K_k}$ – при расположении стыка между реперными точками;

$L_{Stn}^* = S_{Pl} + \frac{L_{Stk} - L_{PN}}{K_k}$ – при расположении стыка между последней реперной

точкой и точкой окончания движения.

Данный алгоритм обеспечивает точность позиционирования местонахождения дефекта, что позволит сократить время по принятию соответствующих мер по безопасности и работоспособности ЖДП.

Литература

1. Алексеев В.В., Королев П.Г., Куракина Н.И., Орлова Н.В., Минина А.А., Иващенко О.А., Коновалова В.С., Романцова Н.В., Лукин А.А. Информацион-

но-телекоммуникационная система мониторинга участка обращения локомотивов с применением ГИС-технологий для осуществления безопасного и энергоэффективного управления локомотивом (ИТС-ГИС)// Интеллектуальные системы на транспорте ИнтеллектТранс-2012: Сборник материалов межд. науч.-практич. конф. «ИнеллектТранс-2012» 28-31 марта 2012.- СПб, 2012.- С.118 – 124.

2. Алексеев В.В., Коновалова В.С., Минина А.А. Разработка системы предотвращения чрезвычайных ситуаций на железной дороге на базе геоинформационных технологий // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», вып. 10, 2012, с. 92-96.

3. Алексеев В. В., Коновалова В. С., Минина А. А. Система предотвращения чрезвычайных ситуаций на железной дороге на базу геоинформационных // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, вып. 1, 2013, С. 148-153.

Алексеев В.В., Шишкин И.А.

ГИС «МЕЛИОРАЦИЯ». ЦЕЛИ И ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Одной из важнейших задач развивающихся территорий, особенно в районе крупных городов – мегаполисов, таких как Санкт-Петербург, является создание и поддержание заданного нормативного водного режима в условиях природных и техногенных воздействий. Данную задачу предназначена решать мелиоративная система (МС) В развивающихся промышленных районах изменяется уровень урбанизации территории. Сельскохозяйственные территории занимают промышленными предприятиями, жилыми массивами, техническими и другими сооружениями. При этом принципы построения и функционирования технические сооружения МС меняются в значительной степени. Особенно важным является сохранение режимов работы существующей МС сельскохозяйственной территории, когда в нее внедряется городская или производственная технология регулирования водного баланса. В указанных условиях важным является создание системы мониторинга и оценки состояния технических сооружений МС, контролирующей и сопровождающей все работы жизненного цикла таких сооружений.

В настоящем докладе рассматриваются принципы организации ГИС «Мелиорация».

Информационная организация ГИС «Мелиорация» показана на рис.1.Выделим две части системы: измерительная - подсистема получения и

сбора измерительных данных и геоинформационная - подсистему оценки и поддержки принятия решений [1,2].

Геоинформационная подсистема (ГП) – работает с базами данных, реализует алгоритмическое обеспечение обработки и анализа данных, получения простых и сложных оценок, характеристик объектов, обеспечивает взаимодействие со специалистом-экспертом, предоставляя информацию, необходимую для принятия управляющих решений.

Рис. 1. Информационная организация ГИС «Мелиорация»

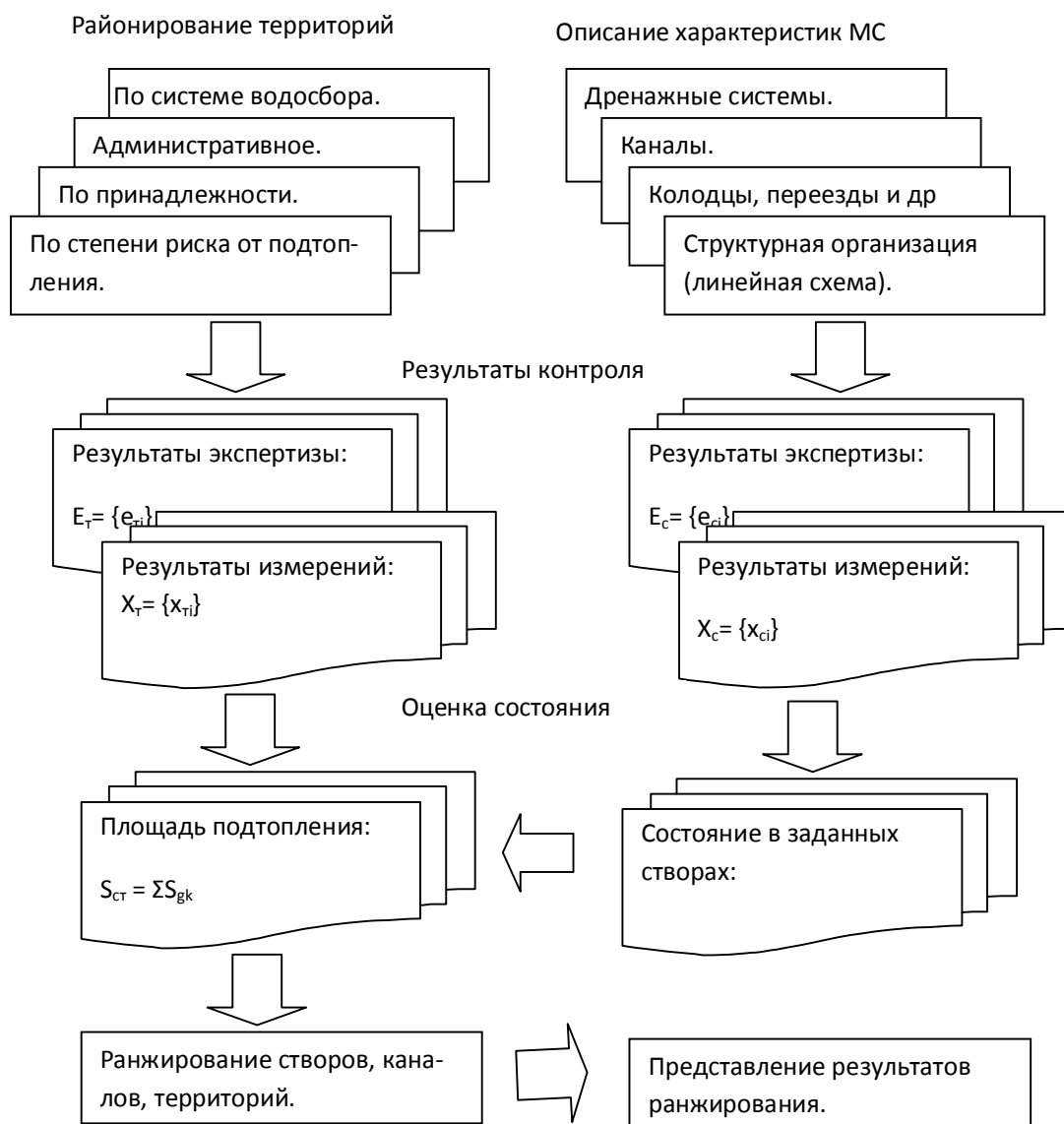


Рис.2. Структура алгоритмического обеспечения ГИС «Мелиорация».

Алгоритмическое обеспечение ГИС «Мелиорация» направлено на решение следующих задач:

- районирование территорий и описание структуры МС,
- определение опасных створов на основании анализа измерительных данных (результатов контроля),
- определение для каждого опасного створа степени опасности и риска от подтопления представление,
- ранжирование створов по степени риска подтопления подпадающих под их воздействие территорий,

- предоставление результатов анализа в ранжированном виде в зависимости от состояния, степени риска от подтопления для принятия управляющих решений.

Районирование территорий и описание структуры МС.

Районирование территорий является важной процедурой, обеспечивающей удобное представление и систематизацию характеристик в ГИС. Районирование должно проводиться по нескольким принципам, отражающим функциональную организацию территории. Важными для решаемой задачи являются характеристики: водный баланс, принадлежность, структурная организация СИЗТП, характеристики водосбора и водоотведения.

Используются следующие принципы районирования территориальной системы (ТС): по существующему водосбору природной системе водосбора, по принадлежности (ответственного пользователя), по степени риска от подтопления.

Районирование по системе водосбора.

Место положения анализируемой ТС, как правило, определяется из соображений удобства реализации ее целевой функции (относительно существующих коммуникаций, источников сырья, потребителей и др.). ТС может располагаться в пределах одной системы водосбора или в пределах нескольких систем водосбора. Поэтому структура ТС представляется как совокупность одной или нескольких географических территориальных систем: $G^* = \{k_1 G_1\}$ в первом случае и $G^* = \{k_1 G_1, k_2 G_2, k_3 G_3, \dots\}$ во втором, где G^* – анализируемая ТС, G_i – естественные географические системы водосбора (ГетС), коэффициент k_i отражает тот факт, что ТС G^* размещается на части ГетС G_i , $k_i \leq 1$.

Аналогично исследуемая ТС может быть представлена как совокупность административных подсистем или подсистем *по принадлежности*.

Районирование по уровню урбанизации и оценки риска при подтоплении.

В основу районирования положены методические рекомендации по оценке риска и ущерба при подтоплении [3] «оценка степени опасности подтопления I_{oi} , подверженности застроенной территории опасными процессами, уязвимости объекта v_{yi} и риска от процесса подтопления на локальном уровне» (уровне подсистем g_i). При этом, анализируемая ТС разбивается на более мелкие подсистемы – g_k . Для каждой подсистемы, с большой достоверностью, определяется степень опасности подтопления ω_k . Вся система представляется как совокупность выделенных подсистем $G^* = \{g_1, g_2, \dots, g_k, \dots\}$.

В этом случае для каждой выделенной подсистемы в соответствии с ее целевой функцией может быть произведен расчет требуемых характеристик системы водоотвода $g_k = \{\omega_{k1}, \omega_{k2}, \omega_{k3}, \dots, \omega_{km}\}$ и получена обобщенная ха-

рактеристика $\Omega_{gk} = \text{SUM}_m\{\omega_{k1}, \omega_{k2}, \omega_{k3}, \dots, \omega_{km}\}$, где SUM_k – оператор суммирования отдельных характеристик составляющих подсистем ТС.

Пример такого районирования показан на рис. 3 [4]. На показана схема водосбора магистрального канала МК: мелиоративная сеть MC1, три канала средних KC1, KC2, KC3. Предположим, что канал МК имеет повреждения, которые приводят к подтоплению территорий, в двух створах Ст-1 и Ст-2. В этой ситуации для каждого створа на основании районирования по системе водосбора определяются границы зоны подтопления территории.

Каждая зона подтопления представляется как совокупность территорий районированных по их степени опасности от подтопления. На рис. 3 это зона подтопления от повреждения створа Ст-1 – $G_{Ст1} = \{g_{11}, g_{12}, g_{13}\}$ и зона подтопления от повреждения створа Ст-2 – $G_{Ст2} = \{g_{21}, g_{22}, g_{23}, g_{24}, g_{25}\}$. Рассмотренные способы районирования используются ниже для получения оценок риска территорий от подтопления.

Определение опасных створов на основании анализа измерительных данных (результатов контроля).

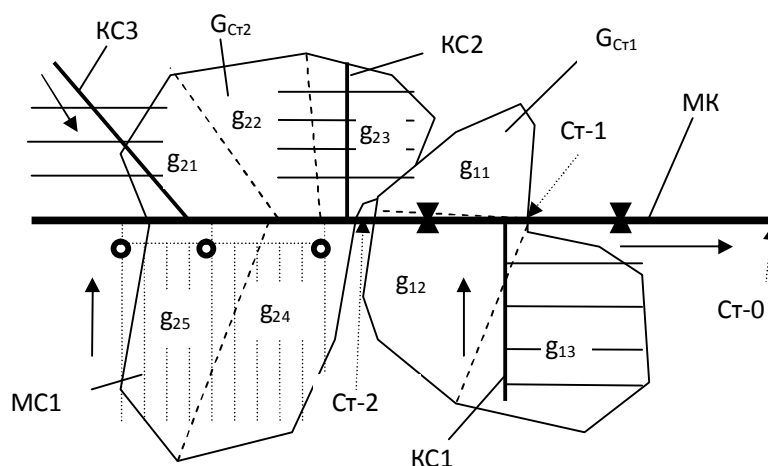


Рис.3. Схема подтопления территорий в случае повреждения магистрального канала МК в створах Ст-1 и Ст-2

На основании задания для обследования (список створов) проводятся обследования с целью получения реальных оценок состояния створов $Ст-к = \{X_T^*, X_C^*, E_T^*, E_C^*\}$, где X_T^*, X_C^* – множества измерительных данных, E_T^*, E_C^* – множества экспертных оценок характеристик ТС и створов MC. Полученные характеристики являются базой для ранжирования створов по степени опасности. Результатом является таблица $Ст^* = \uparrow_p (Ст = \{Ст-к = \{X_T^*, X_C^*, E_T^*, E_C^*, O_m^*\}\})$, в которой все створы (ИС) упорядочены по степени опасности своего состояния (соответствия своим расчетным характеристикам).

Определение для каждого опасного створа степени опасности и риска от подтопления.

Территория подтопления каждого опасного створа описывается как совокупность территориальных подсистем (ТП) с разной степенью опасности – $G_{ctl}^* = \{g_{1l}, g_{2l}, \dots, g_{kl}, \dots, g_{kl}\}$, площадь которой равна сумме площадей этих ТП.

Для каждой ТП g_{kl} может быть получена оценка риска подтопления в соответствии с методикой [3]. Оценка риска подтопления для заданного створа определяется как $R_{ПСтl} = \text{SUM}_{g_{lk} \in G_{ctl}} \{R_{Пg_{lk}}\}$, где $R_{Пg_{lk}}$ – оценка степени риска соответствующей ТП.

Ранжирование створов по степени риска подтопления подпадающих под их воздействие территорий.

Задача нахождения наиболее опасных повреждений инженерных сооружений, приводящих к максимальному риску от подтопления, может быть решена в ГИС следующим образом [2]. Для упрощения анализа в ГИС проекте реализуется процедура упорядочивания, в результате которой формируется таблица удобная для анализа и принятия управляющих решений $\downarrow \text{Ст}(O_R) = \{\text{Ст}_{\lambda R \max}, \dots, \text{Ст}_{\lambda R \min}\}$.

Предоставление результатов анализа в ранжированном виде.

Используя стандартные средства ГИС, все полученные результаты представляются специалисту для принятия решений в удобном виде: таблицы, графики, гистограммы, тематические карты.

Таким образом, выбранные принципы организации представления ТС и СМ позволяют достаточно просто решить задачу оценки степени риска от подтопления территорий для конкретных ситуаций, провести ранжирование и представить результаты специалисту для принятия наиболее эффективных решений.

Литература

1. Алексеев В.В., Шишкин И.А. ИИС мониторинга состояния системы инженерной защиты территории от подтопления на базе ГИС. ЧАСТЬ 1. Описание объектов.//Приборы.-2012.-№5.- С. 19-28.
2. Алексеев В.В., Шишкин И.А. ИИС мониторинга состояния системы инженерной защиты территории от подтопления на базе ГИС. ЧАСТЬ 2. Получение оценок, поддержка принятия управляющих решений.//Приборы.-2012.-№6.- С. 28-37.
3. Методические рекомендации по оценке уровней безопасности, риска и ущерба от подтопления градопромышленных территорий / ФГУП НИИ ВОДГЕО, – М. 2010 – 197 с.
4. Алексеев В.В., Орлова Н.В., Шишкин И.А., Жигновская А.С., Гусева Е.С. ГИС «Мелиорация развивающихся территорий». Реализация ГИС проекта «Оценка риска и возможного нанесенного ущерба от подтопления территории» – СПб, ООО «ПИФ.ком», 2012.- С. 63 – 70.

Горбачева А.А., Яковлев В.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ВЕРОЯТНОГО ЗНАЧЕНИЯ ДЛИНЫ ПОЛОСЫ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

В настоящее время колоссально развернувшаяся беспрецедентная по своим масштабам инженерная деятельность, вызванные ею изменения природной среды резко увеличили вероятность возникновения катастроф [1]. Нефть является стержнем топливно-энергетического комплекса всех экономически развитых стран мира и в особенности России. Среди многочисленных техногенных факторов негативного воздействия на природу нефть занимает одно из ведущих мест, попадая в окружающую среду как в процессе добычи, транспортировки, переработки, хранения и использования нефтепродуктов, так и в результате аварийных разливов.

Токсичные компоненты нефти и нефтепродуктов, попав в живой организм, способны нарушить его нормальную жизнедеятельность. Возникает ряд экологических рисков, которые особенно негативно отражаются на экосистемах побережья островной и материковой зон [2].

Месторождение песков «Сестрорецкое» расположено в северо-восточной части акватории Финского залива Балтийского моря в районе береговой линии между ж/д станциями Тарховка и Сестрорецк, в 4–5 км к северу от восточной ветви Комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербург. Проект на разработку месторождения песков «Сестрорецкое» получил положительное заключение государственной экспертизы № 227-08/СПЭ-0379/02 от 29.10.2008 г.

К наиболее опасным авариям, которые могут возникнуть при эксплуатации этого месторождения, следует отнести возможные разливы нефтепродуктов при бункеровке судов, при повреждении топливных емкостей, а также потопление земснарядов в результате столкновения с другим судном.

В качестве основного технологического оборудования при проектных расчетах предусматривается использование 4-х земснарядов, 1-го понтона и 2-х самоходных шаланд для проведения выемочных работ на горизонтах в ходе разработки месторождения песков «Сестрорецкое», расположенного в Финском заливе Балтийского моря в связи с реконструкцией карьера.

В данной работе рассмотрена задача по определению максимального вероятного значения длины полосы нефтяного загрязнения береговой черты. По легенде во время работ на месторождении «Сестрорецкое» сложилась аварийная ситуация: после столкновения с другим судном произошло подтопление одного из земснарядов. В связи с этим был пробит топливный бак, и на водную поверхность произошел залповый сброс дизельного топлива. Объем

дизельного двигателя одной единицы оборудования составляет $1,2 \text{ м}^3$ – эту величину и возьмем за расчетную.

По наблюдениям ширина полосы загрязнения зависит от высоты прибрежных волн, от «наката» воды на берег и от характеристик берега.

В настоящей работе исследуется упрощенная модель, где значение ширины общей полосы нефтяного загрязнения (у обреза воды и берега) аппроксимируется прямоугольником со стороной, определенной в Программе 1 вектором B . При этом задаются значения ширины полосы загрязнения (координаты вектора B), которые расположены в порядке убывания вероятности их реализации. При таких допущениях возможно применение методики Фишборна для определения оценочных значений вероятностей реализации каждого предположения (вектор Q в Программе 1). Тогда, после умножения каждого предполагаемого значения ширины полосы загрязнения на соответствующую вероятность реализации этого значения, получим вероятное значение ширины полосы загрязнения и далее – длину полосы загрязнения из простых геометрических преобразований.

Для определения длины полосы было необходимо рассчитать площадь нефтяного пятна, подошедшего к берегу, в Программе 1.

Программа 1

$n = 5$

$j = 1:n;$

$Q(j) = \frac{2 \cdot (n-j+1)}{n \cdot (n+1)}$

$S = \text{sum}(Q)$

$B = [5 \ 2 \ 7 \ 10 \ 15]$

for $i = 1:n$

$re(i) = B(i) \cdot Q(i);$

end

$RES = re$

$V = 1.2; g = 9.81; r1 = 850; r2 = 1005; n = 1.306 \cdot 10^{-6};$

$D = 1 - \frac{r1}{r2}; sy = 0.025;$

$qq = \frac{D \cdot V^2 \cdot g}{\sqrt{n}}; q1 = qq^{\frac{2}{3}}; q2 = qq^{\frac{1}{3}};$

$ss2 = \frac{sy^2}{n \cdot r2^2}; s2 = \sqrt{ss2};$

$t1 = \frac{2.617 \cdot q1}{D \cdot V \cdot g};$

$t2 = \frac{0.367 \cdot q2}{s2};$

for $t = 215.31$

if $t < t1$

$RT = 1.14 \cdot (g \cdot V \cdot D \cdot t^2)^{\frac{1}{4}};$

```

elseif t < t2
    RT = 1.45 * (g * V^2 * D * t^2 * (1/2))^(1/5);
else
    RT = 2.3 * sy^(1/2) * r2^(-1/2) * n^(-1/4) * t^(3/4);
end
end
RTV = RT
AS1 = pi * RTV^2 ./ RES
Решение:
n = 5
Q = 0.3333 0.2667 0.2000 0.1333 0.0667
S = 1
B = 5 2 7 10 15
RES = 1.6667 0.5333 1.4000 1.3333 1.0000
RTV = 19.4174
AS1 = 710.7 2220.9 846.1 888.4 1184.5

```

Максимальное вероятное значение полосы загрязнения в случае залпового выброса дизельного топлива с подтопленного земснаряда составило 2220,9 м при ширине – 2 м (Программа 1). При этом радиус пятна нефтепродукта, подошедшего к береговой полосе – 19,42 м.

Программа 2.

```

V = 0.1:0.1:10;
g = 9.81; r1 = 850; r2 = 1005; n = 1.306 * 10^-6;
D = 1 * (r1/r2); sy = 0.025;
qq = (D * V^2 * g) / sqrt(n); q1 = qq^(2/3); q2 = qq^(1/3);
ss2 = (sy^2) / (n * r2^2); s2 = sqrt(ss2);
t1 = (2.617 * q1) / (D * V * g);
t2 = (0.397 * q2) / s2;
plot(V, t1, 'k-', V, t2, 'k:');
xlabel('Объем V');
ylabel('Время');
title('Функция t1 и t2 от объема');
legend('t1', 't2')
grid on

```

Расчет радиуса нефтяного пятна производился по известной методике Фей, при этом были выявлены особенности ее применения, в частности, изменение времени t1 перехода от гравитационной стадии растекания к гравитационно-вязкостной (этапы I-II на рис.1) и времени t2 перехода к стадии по-

верхностного натяжения в зависимости от объема аварийного сброса нефти (этапы II-III на рис.1).

Исследования, выполненные по Программе 2, показали, что методика Фей не решает задачу определения радиуса нефтяного пятна при объеме сброса менее $1,1 \text{ м}^3$ и времени растекания менее 215,31 с. Этой критической точке соответствует точка пересечения кривых t_1 и t_2 рисунке по результатам решения по Программе 2.

Максимальное вероятное значение длины полосы в последующем может быть полезно в расчете оптимальных сил и средств для ликвидации аварийного разлива нефтепродукта на береговой полосе Финского залива, а также для определения необходимости привлечения экологических волонтеров к работе по уборке последствий загрязнения.

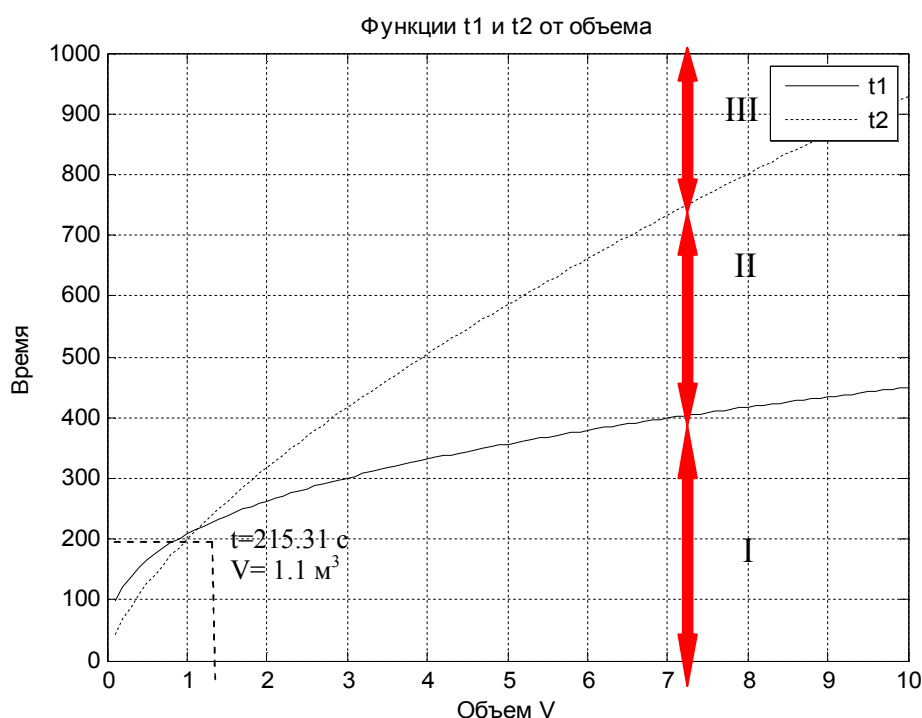


Рис.1. Зависимость времени t_1 и t_2 от объема V (этапы растекания дизельного топлива по водной поверхности: I этап – гравитационный, II этап – гравитационно-вязкостный, III этап – сил поверхностного натяжения).

Литература

1. Биненко В.И., Храмов Г.Н., Яковлев В.В. Чрезвычайные ситуации в современном мире и проблемы безопасности жизнедеятельности. СПб.: ИВТОБ СПбГПУ, 2004.
2. Яковлев В.В. Экологическая безопасность, оценка риска. СПб.: Международный центр экологической безопасности региона Балтийского моря, 2006.

Орлова Н.В., Бугрова О.А.

ПОЛУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НА БАЗЕ ГИС

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»*

Дистанционное зондирование (ДЗ) определяют как процесс или метод получения информации об объекте, участке поверхности или явлении путем анализа данных, собранных без контакта с изучаемым объектом. Результаты измерения электромагнитного излучения, которое отражается либо излучается объектом, интерпретируются и регистрируется в некоторой удаленной от него точке пространства.

Средства ДЗ эффективны при изучении загрязнения почвы и водоемов, льдов на суше и на воде, в океанологии. Поскольку космические снимки охватывают большие области, их можно использовать для тематических региональных исследований и идентификации крупных пространственных объектов.

Метод дистанционного зондирования имеет преимущества, например в борьбе с затоплениями, перед полевыми исследованиями, когда требуется большие затраты времени и имеется ряд дополнительных ограничений. Использование данных ДЗ и проведение оперативного мониторинга окружающей среды является наиболее эффективным направлением для решения задач управления природными ресурсами и анализа их состояния. Использование спутниковых данных совместно с опорной наземной информацией позволяет создавать более точные и сложные гидрологические модели, чем те, которые создавались по одним наземным измерениям и нередко носили линейный характер. Такой подход позволяет перейти к распределённой физической модели гидрологической системы и совершенствовать методики её использования.

При изучении водного режима суши и прогнозировании наводнений одними из важных входных параметров гидрологических моделей является площадь и периметр водоемов. Получение информации об этих параметрах по наземным данным представляется весьма сложной задачей и требует большого объема измерительных работ. Использование спутниковых данных позволяет существенно упростить эту задачу.

В настоящее время орбита Земли регулярно «патрулируется» множеством спутников ДЗ различного назначения. Они оборудованы специальными сенсорными системами, которые способны улавливать отраженный от поверхности Земли свет и другие виды излучений. Обычно эти сенсоры автома-

тически включаются с интервалом в 5 минут и фиксируют излучение с определенной длиной волны. Далее данные, поступившие с сенсоров, сводятся воедино, оцифровываются и отсылаются на специальные приемные станции.

Снимок любого канала черно-белый. Комбинация снимков разных каналов позволяет получить цветное изображение анализируемой территории в модели RGB. Так анализа характеристик водных объектов целесообразно объединить каналы, соответствующие видимому и ближнему инфракрасному диапазонам длин волн, т.к. в этих каналах вода отражает электромагнитное излучение. В естественных условиях поверхностью воды поглощается почти вся падающая энергия в этих диапазонах длин волн, даже если слой воды небольшой. Вследствие такого сильного поглощения энергии водой может быть отражено лишь очень небольшое количество энергии. Это очень выгодно для дистанционного исследования, поэтому отражательная способность воды четко выражена и гораздо ниже, чем отражательная способность растительности и почвы. Четкие различия отражательной способности делают возможными простую идентификацию водных поверхностей.

Последовательность получения таких физических характеристик водного объекта, как площадь и периметр, рассмотрены на базе геоинформационной системы с использованием данных со спутника Landsat. Обработка снимков осуществлялась с использованием возможностей ПО ArcGIS по работе с растровыми данными (рис.1).

Первоначально, для получения четких границ водного объекта осуществляется объединение каналов 4,5,3. Эта комбинация ближнего, среднего ИК-каналов и красного видимого канала позволяет четко различить границу между водой и сушей и подчеркнуть скрытые детали, плохо видимые при использовании только каналов видимого диапазона. С большой точностью детектируются водные объекты внутри суши.

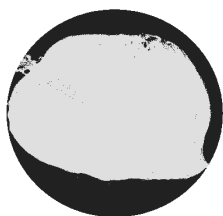
После объединения необходимых каналов каждому пикселю в зависимости от яркости присваивается определенное значение. Для водного объекта обычно они принимают значения от 4 до 12. На следующем этапе обработки создаются два класса, соответствующие значениям воды и остальной территории, расположенной на снимке. Результирующий растр является двухцветным и отображает две зоны: зону воды и всего остального, что есть на снимке.

На рабочем снимке кроме анализируемого водного объекта могут присутствовать и другие водные объекты. Поэтому далее осуществляется «извлечение» участка (зоны) изображения с рассматриваемым водным объектом. Результатом будет являться поднабор ячеек из растра, которые и составляют анализируемый водный объект.



Рис. 1

На рис. 2а показано «извлечение» территории Белого озера.



а) «Извлечение» Белого озера



б) «Извлечение» куска реки.

Рис. 2

Извлечение можно производить разными способами. Для Белого озера, т.к. оно имеет округлую форму, целесообразно применить извлечение по окружности. Для этого необходимо задать координаты центра извлекаемой окружности и ее радиус. В результате остается только анализируемая водная поверхность. «Извлечение» водных объектов различной формы осуществляется площадными фигурами (рис. 2б).

На снимке на поверхности водного объекта возможно наличие небольших погрешностей - пикселей, значения которых резко отличаются от значений пикселей составляющих водный объект. Причинами их появления может служить, к примеру, рыболовные суда, которые находились на озере в момент

съемки. Чтобы уменьшить погрешность вычислений, такие случайные пиксели исключаются путем фильтрации (рис. 3).

Для каждой зоны растра определяется площадь и ее значение присваивается каждой ячейке зоны. Площадь вычисляется по количеству составляющих зону ячеек, умноженному на текущий размер ячейки. Единицы измерения площади - квадрат единиц карты. Зональный периметр определяет периметр каждой зоны на входном растре и присваивает его каждой ячейке зоны на выходном растре. Периметр зоны вычисляется путем суммирования длин ячеек, которые составляют границы зоны. В расчет принимаются и внешние границы, и внутренние границы (острова). Значение периметра измеряется в линейных единицах карты.



Рис. 3. Применение инструмента «Фильтр большинства»

Полученные результаты измерения площади и периметра заносятся в таблицу атрибутов результирующего растра.

Для Белого моря, физические характеристики, полученные путем обработки снимков с использованием инструментов ArcGIS, имеют следующие значения:

- площадь $S=1151 \text{ км}^2$,
- периметр $P=260 \text{ км}$.

Для сравнения, по данным из Интернет-ресурсов, площадь Белого озера составляет 1125 км^2 . Однако, из-за низких берегов данная величина может колебаться в течении года. Если за истинное значение взять величину равную 1125, то относительная погрешность составляет 2%.

Получение физических характеристик по ДДЗЗ позволит проследить сезонные колебания площади водной поверхности или оценивать паводковую ситуация. Например, полученный результат может говорить о том, что Белое озеро находится в стабильном состоянии, и предпосылок к наводнению нет.

Литература

1. Научный центр оперативного мониторинга Земли [Электронный ресурс/Федеральное космическое агентство]. – режим доступа: <http://www.ntsomz.ru/projects/eco>.

2. ArcGIS Resources [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/ru/help/>.

Алексеев В.В., Минина А.А., Крупко П.И.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЛЕДОВОЙ
ОБСТАНОВКИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ**

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет "ЛЭТИ"*

Проведение оперативного мониторинга ледовой обстановки в Арктике с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) является особенно актуальной задачей по мере освоения арктического шельфа [1].

За последние годы существенно увеличилась хозяйственная деятельность в Арктическом регионе, что требует постоянной оперативной информации о ледовой обстановке. В северных морях России главным препятствием для прохода судов является лед, который начинает образовываться уже, начиная, с середины октября. Ледовые поля находятся в постоянном движении под действием ветра и течений, что препятствует свободному проходу судов и может являться причиной ледяных заторов, которые в свою очередь могут вызывать подъем уровня воды и в северных реках. Это часто приводит к наводнениям и большим экономическим потерям.

Снимки из космоса позволяют: проводить оценку состояния морей и рек в оперативном режиме, оценивать местоположение заторов, предоставлять рекомендации по выбору маршрута следования судна без использования ледокола, что существенно снижает затраты.

Для решения подобных задач используют многозональные снимки, из-за особенностей их спектральной отражательной способности, следствием которых являются различия яркостных характеристик на зональных снимках, благодаря чему человек воспринимает различия в цвете. Устанавливаются правила классификации, в соответствии с которыми группируются пиксели цифрового снимка [2].

Возможны следующие подходы. Первый подход носит название «контролируемая классификация» или классификацией с обучением. Он заключается в том, что пиксели снимков группируются и классифицируются в соответствии с принадлежностью их признаков к определенному классу объектов на «эталонной» карте, которому соответствует некоторая область в пространстве признаков. Исходная «эталонная» карта создается на базе геоинформаци-

онных систем, на которой исследуемый участок представлен с высокой точностью. Контролируемая классификация включает несколько этапов. Первый этап заключается в определении, какие классы объектов будут выделены в результате выполнения всей процедуры. Это могут быть сообщества растительности, сельскохозяйственные культуры, породы леса, гидрографические объекты и т. д. На втором этапе для каждого из классов объектов выбираются типичные для него пиксели, т. е. формируется обучающая выборка. Третий этап – вычисление параметров, "спектрального образа" каждого из классов, сформированного в результате набора эталонных пикселей. Набор параметров зависит от алгоритма, который предполагается использовать для классификации. Четвёртый этап процедуры классификации – просмотр всего изображения и отнесение каждого пикселя к тому или иному классу. Заключительный этап классификации – это оценка достоверности результатов, т. е. определение процентного отношения правильно определенных объектов к общему количеству классифицируемых. Количественная оценка заключается в сравнении результатов классификации с участками «эталонной» карты, в качестве которых могут использоваться результаты наземных наблюдений, карты и снимки крупного масштаба, данные публикаций. Если полученные результаты неудовлетворительны, обучающая выборка может быть уточнена и затем процесс повторяется [3].

Способы классификации с обучением по спектральным признакам

Способ минимального расстояния для классификации объектов с близкими спектральными признаками используют, когда спектральные признаки разных классов похожи и диапазоны значений их яркости перекрываются. Идея способа заключается в том, что предварительно определённые средние значения яркости классов принимаются за центры гравитации, к которым притягиваются пиксели с наиболее близкими значениями яркости. Близость по значениям яркости рассчитывается совокупно по всем спектральным зонам. Для этого вначале вычисляются разности между значением яркости пикселя и средним значением яркости класса во всех спектральных зонах.

Так называемое Евклидово спектральное расстояние D_{ic} от значений спектральной яркости B_i^* пикселя i до совокупности средних значений яркости B_{mc}^* класса c и m спектральных зонах определяется по следующей формуле:

$$D_{ic} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n B_i^* - B_{mc}^* \right)^2}.$$

Пиксел относят в тот класс, расстояние до совокупности средних значений яркости которого оказалось минимальным. В результате классификации пространство спектральных признаков разбивается на многоугольные облас-

ти, соответствующие классам. Неклассифицированных пикселей при использовании данного способа не остаётся, поэтому он наиболее применим для определения непрерывно и плавно меняющихся характеристик. Однако необходимо знать средние значения яркости для классов – обычно они рассчитываются по эталонным обучающим участкам, границы которых в пределах класса выделяются дешифровщиком на снимке.

Способ максимального правдоподобия для классификации с учётом спектрального образа объектов предполагает нормальное распределение значений яркости в пределах каждого класса во всех спектральных зонах и использует ковариации между значениями спектральной яркости.

При классификации удовлетворяется условие максимальной вероятности отнесения пиксела к данному классу. Поскольку этот способ применяют в наиболее сложных случаях, когда значения яркости в разных классах весьма близки, эталонные участки необходимо выбирать особенно тщательно, контролируя распределение значений яркости по гистограммам. Это распределение должно быть близким к нормальному или, как минимум, с одним резко выраженным максимумом. По эталонным участкам для каждого класса рассчитываются минимальные, максимальные и средние значения спектральных яркостей и матрица ковариации, характеризующая взаимосвязи между значениями яркости класса в разных спектральных зонах. С учётом всех этих параметров вычисляют особое спектральное расстояние, называемое расстоянием Махаланобиса:

$$DM_{ic} = (X_{Bi}^* - M_{Bc}^*)^T \cdot Cov^{-1} B_c^* \cdot (XB_i^* - MB_c^*),$$

где $Cov B_c^*$ – матрица ковариации значений спектральной яркости для класса с XB_i^* и MB_c^* – значения яркости пиксела i и эталонные средние значения яркости класса c . Ковариацию рассчитывают по формуле:

$$Cov_{\lambda_1, \lambda_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (B_{\lambda_1 i}^* - B_{\lambda_1 m}^*) (B_{\lambda_2 i}^* - B_{\lambda_2 m}^*)}{n - 1},$$

где $B_{\lambda_1 i}^*, B_{\lambda_2 i}^*$ – значения яркости пиксела i в двух сравниваемых спектральных зонах. Для n -спектральных зон значения ковариации между яркостями записывают в виде двумерного массива или матрицы ковариации размером $n \times n$. Эта матрица является компактной характеристикой взаимосвязей между спектральными яркостями в пределах класса.

Пиксел относят к тому классу, расстояние Махаланобиса до эталонных средних значений которого минимально (при равенстве значений устанавливают определённую последовательность классификации, и классы, обрабатываемые первыми, имеют преимущество). Если значения яркости пикселей вообще не соответствуют эталонным значениям или расстояние Махаланоби-

са для них больше заданного порога, то их оставляют неклассифицированными. Это позволяет оценить, какой процент площади снимка не определяется спектральными признаками, полученными по эталонным участкам.

Способ параллелепипеда для классификации чётко различающихся объектов применяют, когда значения спектральной яркости разных объектов практически не перекрываются, а классов объектов – немного. При классификации в пространстве спектральных признаков области в форме параллелепипедов (а в двумерном пространстве – прямоугольников), ограничивающих значения яркости объектов данного класса. Граничные (минимальные и максимальные) значения яркости определяют визуально по двумерным графикам спектральных признаков. Затем значения спектральных признаков в каждом пикселе сравниваются с граничными для каждого класса. Если пиксел по своим значениям яркости попадёт в один из выделенных диапазонов, его относят к соответствующему классу. Если значения яркости пиксела не попали ни в один диапазон, его относят к неклассифицированным объектам. В случае, если значения яркости попадают в несколько диапазонов, возможно несколько вариантов классификации объекта [4].

Другой подход основывается на группировке пикселей со сходными уровнями яркости. Этот подход носит название неконтролируемая классификация или кластеризация (классификацией без обучения). Критерием отнесения пикселей к тому или другому кластеру служит схожесть спектральных характеристик. Выделенным кластерам присваиваются порядковые номера, а в задачу дешифровщика входит последующее определение их соответствия классам на земной поверхности.

Наиболее распространённый метод классификации без обучения: ISODATA. Метод классификации без обучения ISODATA (Итерационная самоорганизующаяся методика анализа данных – Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique). ISODATA это метод, который основан на кластерном анализе. К одному классу относятся пиксели, значения яркости которых наиболее близки в пространстве спектральных признаков.

Этапы классификации ISODATA:

- 1) расчёт статистических параметров распределения яркостей всего снимка в каждой спектральной зоне (минимальное, максимальное, среднее значение, стандартное отклонение);

- 2) деление всех пикселей снимка на n равных диапазонов в пространстве спектральных признаков, для каждого из которых определяется среднее значение;

- 3) первая итерация кластеризации – расчёт для каждого пиксела в пространстве спектральных признаков спектрального расстояния до средних зна-

чений, и распределение каждого пиксела в определенный кластер. В один кластер попадают те пикселы, между которыми меньше расстояния в пространстве спектральных признаков;

4) расчёт реальных средних значений для полученных классов;

5) следующая итерация с новыми значениями средних, и уточнение границ классов, при этом число классов может меняться.

Процесс продолжается до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное (заранее установленное) количество итераций или достигнут максимальный процент пикселов не изменивших свой класс во время последней итерации (этот параметр также задаётся заранее) [5].

При проведении мониторинга ледовой обстановки, используя разновременные данные, есть возможность выявления как короткопериодических, так и многолетних изменений.

На практике часто используется метод сложения преобразованных изображений: результатов квантования, вычисления вегетационного или других индексов, а также классификации. Например, сложение изображений, предварительно квантованных на два уровня (вода и суша), показывает изменения в сезонной зарастаемости акватории водной растительностью. В геоинформационной системе предусматривается специальная процедура сопоставления (наложения) двух изображений, в результате выполнения которой создается новое изображение и таблица, в которой зафиксированы все сочетания выделов, представленных на сопоставляемых изображениях.

Непосредственное наложение разновременных аэрокосмических данных часто используется при проведении регулярных наблюдений, мониторинге. Сопоставление разновременных карт может происходить и в векторном формате. Смысл его заключается в наложении векторного изображения, относящегося к одному из моментов наблюдения, на снимок (растровое изображение), относящийся к следующему моменту. Если границы выделов на двух изображениях совпадают или расходятся не более чем на число пикселов, соответствующее точности исходных данных, положение векторной границы не изменяется. Если расхождение превышает допуск, проводится новая граница. Аналогичная процедура выполняется и для других сроков наблюдений. Таким образом, не изменившиеся контуры оказываются одинаковыми на всей серии переходных разновременных карт, а несовпадение границ с высокой степенью достоверности свидетельствует о действительном наличии изменений.

Таким образом, имея «эталонную» карту анализируемого участка арктического региона, созданную в геоинформационной системе и полноценно описывающую исследуемый участок, возможно максимально точно «привязать»

данные зондирования, оперативно поступающие со спутников и проанализировать ледовую обстановку, комбинируя предложенные подходы.

По результатам мониторинга и обработки снимков в геоинформационной системе создаются карты ледовой обстановки, изучается динамика льда, разрабатываются прогнозы изменения ситуации во времени и предлагаются рекомендации по выбору оптимального маршрута следования судна.

Литература

1. Оперативный спутниковый мониторинг ледовой обстановки и деятельности в Арктике. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ocean.ru/content/view/1745/41/>

2. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 148 с.

3. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Методическое пособие / Лабутина И.А., Балдина Е.А.; Всемирный фонд дикой природы (WWF России). Проект ПРООН/ГЭФ/МКИ «Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона» – М., 2011. – 88 с.

4. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник для студ. Учреждений высш. проф. образования / Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 416 с., [32] с. цв. ил.: ил.

5. Обработка данных ДЗЗ – Этапы обработки данных. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?table=Menu&id=26

Веремьев В.И., Михайлов В.Н., Попов А.Г.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ВЕТРОВОЛНОВОЙ И ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ НА БАЗЕ КОРАБЕЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ РЛС И РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ КВ ДИАПАЗОНА

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», НИИ «Прогноз»

Государственная граница Российской Федерации на протяжении почти 20 тыс. км проходит по Северному Ледовитому океану. Открытый в середине 30-х годов прошлого века Северный морской путь стал итогом многовекового освоения северных окраин России. В настоящее время этот маршрут являет-

ся международным транспортным коридором и единственным межрегиональным путём завоза грузов в арктические районы российского Крайнего Севера.

Поскольку этот маршрут существенно короче других транспортных евроазиатских коридоров (например, расстояние от Петербурга до Владивостока по Севморпути - 14,28 тыс. км, через Суэцкий канал - 23,20 тыс., а вокруг мыса Доброй Надежды - 29,4 тыс. км.), значение СМП может заметно возрасти.

В настоящее время разрабатывается программа, дающая возможность круглогодичного мореплавания по Северному морскому пути, что требует создания адекватных систем дистанционного мониторинга акватории.

Использование для решения этой задачи существующих наземных активных средств метеорологической службы, определяющих высоты нижней границы облаков, очаги гроз и ливневых осадков, а также метеоспутников и наземных метеостанций позволяет составить суточные прогнозы погоды. Однако эти прогнозы не могут отражать в реальном масштабе времени быстро изменяющиеся циклонические процессы, имеющие место в районах Северного морского пути, особенно часто в осенне-зимний период. Для этой цели успешно могут быть применены информационно-измерительные системы, созданные на базе корабельных навигационных РЛС и радиолокационных средств КВ диапазона системы [1].

Примерами успешного решения задачи обнаружения льда с помощью РЛС могут служить системы [2 и 3]. В системе [2] радиолокатор размещается на самолете DC-8 и служит для построения ледовой карты. В системе Sigma S6 Ice Navigator (ледовый навигатор) [3] к обычному морскому навигационному радиолокатору подключается процессор Sigma-S6. Данные с процессора передаются на персональный компьютер, имеющий специализированное программное обеспечение. При работе с идущего судна для компенсации движения используются данные приемника GPS и гироскопа.

Улучшенные по сравнению с обычными навигационными радиолокаторами характеристики достигаются за счет сохранения полного динамического диапазона сигнала с выхода амплитудного детектора. При отображении радиолокационного изображения используется 256 градаций интенсивности (рис. 1), что позволяет обнаруживать и идентифицировать тонкий однолетний лед, многолетний лед, ледяные острова, айсберги и куски льда, возвышающиеся над поверхностью, а также позволяет определять границы ледового поля и небольшие, слабо различимые образования, такие как разводье во льдах и трещины [3]. На расстоянии до 2 миль в условиях плохой видимости улучшение по обнаружению и сопровождению льда составляет 20-25 % по сравнению с обычным навигационным радиолокатором.

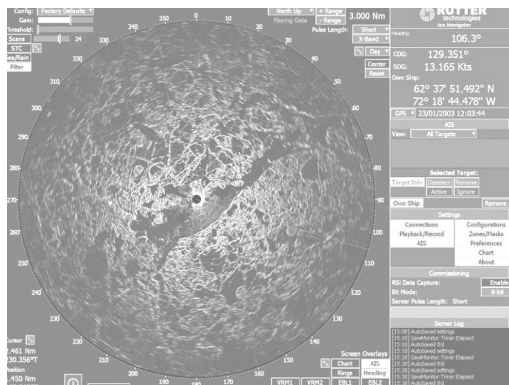


Рис. 1

Использование РЛС КВ диапазона поверхностной волны позволяет решить задачу контроля движения судов, ледовой обстановки и метеоусловий, в том числе, определение кромки ледового покрова, степень волнения моря практически в любом прибрежном районе в реальном масштабе времени.

В число оцениваемых с помощью КВ РЛС гидрофизических и метеорологических параметров входят: направление и сила ветра у поверхности моря, направление распространения и средняя высота морских волн, степень волнения, скорость и направление поверхностных течений. Специфический характер спектра отраженного морем сигнала позволяет с высокой достоверностью обнаруживать границы типа "лед - море", с высокой достоверностью измерять дрейф льдин, а по сравнению интенсивностей отраженных сигналов - определять характер ледяного покрова.

Основой для разработки методов определения состояния морской поверхности по данным КВ РЛС является теория рассеяния коротких радиоволн на взволнованной морской поверхности [3]. В аналитической форме связь характеристик сигналов, рассеянных морской поверхностью, со свойствами морского волнения выражается формулами для удельной эффективной площади рассеяния морской поверхности, полученными в результате решения электродинамической задачи о рассеянии электромагнитных волн на хорошо проводящей статистически неровной морской поверхности с малыми и пологими неровностями модифицированным методом малых возмущений.

Теория взаимодействия радио и морских волн первого порядка описывает возникновение наиболее интенсивных пиков в доплеровском спектре отраженного морем сигнала (так называемые брегговские линии). Соотношение амплитуд этих линий для "приближающейся" и "удаляющейся" систем волн (т.е. в около - f_b и + f_b) несет информацию о генеральном направлении распространения морских волн и ветра у поверхности моря относительно угла визирования. Как показали экспериментальные исследования, ширина брегговских линий на уровне -10 дБ несет информацию о скорости ветра, воздей-

ствующего на морскую поверхность. Кроме того, положение береговых линий по частоте детерминировано, любое их одновременное смещение вправо или влево позволяет делать вывод о наличии поверхностных течений, их направлении и скорости.

Теория резонансного взаимодействия второго порядка описывает континуальный доплеровский спектр рассеянного морем сигнала, сосредоточенный вокруг береговых линий. Этот спектр содержит основную информацию о морском волнении. Огибающая спектра справа и слева от береговых линий описывает с учетом масштабирующей поправки скалярный спектр морского волнения, из которого выделяются параметры доминирующей длины морской волны и оценка ее средней высоты. При наличии зыби в скалярном спектре морского волнения возможно не только определение ее длины волны, но и направление ее прихода [4].

Как показали экспериментальные исследования, высокодостоверная гидрофизическая и метеорологическая информация, из рассеянного морем сигнала, получается посредством усреднения результатов нескольких зондирований. Последнее обусловлено как погрешностями, вносимыми трассой распространения, так и пространственно-временной неоднородностью случайного поля морского волнения. Для получения (15...20)%-ных доверительных интервалов при контроле и измерении перечисленных выше параметров окружающей среды необходимо, как показывают выполненные теоретические расчеты [5], порядка 9-15 независимых зондирований морской поверхности.

Вследствие резонансного характера отражения, интегральный уровень сигналов от морской поверхности, поступающих на вход ЗГ РЛС, определяется удельным сечением рассеяния, эквивалентным интенсивности отражения от поверхности моря единичных размеров, и общей площади, с которой аддитивно суммируются отражения (для РЛС это площадь элемента разрешения).

Специфический характер спектра отраженного морем сигнала, в котором всегда присутствуют береговые линии, позволяет достаточно надежно фиксировать границы типа "земля-море" и "лед-море". Это позволяет обнаруживать с помощью КВ РЛС свободные ото льда участки моря, определять границы ледовых полей, обнаруживать и сопровождать отдельные льдины и айсберги на больших дистанциях.

Учитывая, что лед является более стабильной отражающей поверхностью, чем море, измерение скорости дрейфа ледовых полей и отдельных льдин и айсбергов возможно с точностью до единиц см/сек и менее. Экспериментальные измерения показали, что тонкий лед имеет примерно ту же отражательную способность, что и морская вода, а торосистый и толстый лед и

айсберги примерно на 10...13 дБ выше, что обеспечивает надежное их выделение на фоне моря [6].

Следует отметить, что КВ РЛС могут также иметь двойное назначение: помимо сбора гидрофизической и метеорологической информации они могут использоваться для управления движением надводных и воздушных объектов. Загоризонтные РЛС поверхностной волны используют способность КВ радиоволн распространяться на расстояние 350 - 400 км за счет дифракции вдоль электропроводной поверхности морской воды. При этом, хотя погонные энергетические потери при распространении за горизонт значительно выше, чем у традиционных “надгоризонтных” РЛС, вполне реально удается обнаруживать морские суда на дальностях в 6 -10 раз превышающих расстояние до радиогоризонта.

Эффективная отражающая поверхность моря первого порядка на больших расстояниях может превышать эффективную отражающую поверхность кораблей. К счастью, эти помехи охватывают очень небольшую часть доплеровского спектра и найден эффективный способ их устранения, основанный на различиях в величине смещения спектральных максимумов помехи и полезного сигнала при перестройке на другую рабочую частоту [7].

Но помимо этих двух максимумов в спектре отраженного от морской поверхности сигнала присутствует непрерывный спектр более слабых эхосигналов второго порядка. При сильном волнении соответствующая им ЭПР второго порядка также может превысить ЭПР корабля. К настоящему времени спектральные и статистические свойства отражений от морской поверхности в КВ диапазоне достаточно хорошо исследованы. На рис. 2 представлен реальный спектр сигналов $F(f)$, отраженных от удаляющегося корабля (частота – f_k) и от морской поверхности (частоты Брега $\pm f_b$).

Спектральная зависимость ЭПР моря определяется в основном средней высотой морских волн, угловым спектром морского волнения, ориентацией луча антенны относительно генерального направления распространения морских волн и площадью элемента разрешения. К более “тонким” факторам, влияющим на ЭПР морской поверхности, относятся: соленость воды, влияние береговой черты и конечной глубины моря, боковых лепестков ДН антенны и функции неопределенности сигнала, наличие поверхностных течений и кильватерных следов крупнотоннажных судов.

Примерами практического использования КВ РЛС могут служить системы радиолокационных станций Marconi OSCAR (Великобритания), предназначенные для контроля за поверхностными течениями и сеть береговых станций для наблюдений за динамикой океанских процессов CODAR, созданная национальным управлением океанских исследований США (NOAA), которые

измеряют направление и силу ветра, среднюю высоту волн, скалярный и угловой спектры морского волнения. Два таких стационарных лоатора или один мобильный, выполняющий измерения в различных точках, позволяют снять карту поверхностных течений с точностью до 0,1 м/с, что делает их уникальным измерительным инструментом [6]. Дистанционные средства аналогичного назначения имеют Канада, Германия, Австралия, Япония и Китай.

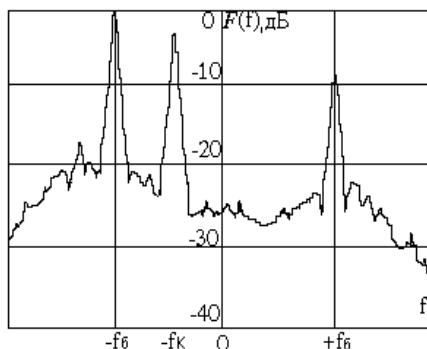


Рис. 2. Спектр сигналов, отраженных от удаляющегося корабля (частота $-f_k$) и от морской поверхности

В настоящее время основой российской системы гидрометеорологического обеспечения в Арктике является наблюдательная сеть, включающая гидрометеорологические станции и космические средства наблюдений. Для развития и модернизации наблюдательной сети, обеспечивающей успешную деятельность в Российской Арктике в XXI веке, необходимо использовать перечисленные возможности КВ РЛС [8].

В результате дальнейших исследований предполагается создание методов объединения РЛС разных длин радиоволн. Целесообразно использовать все предложенные в комплексе с уже существующими корабельными навигационными РЛС возможности КВ РЛС [1,8].

Реализация таких систем позволит не только уменьшить время реагирования на ЧС и обеспечить безопасность судоходства, но и существенно сократить расходы на обеспечение мониторинга поверхности моря при любых природно-климатических условиях.

Литература

1. В.И. Веремьев, А.А. Коновалов, В.Н. Михайлов, А.Г. Попов. Принципы построения многофункциональных радиолокационных комплексов мониторинга ЧС и прогнозирования состояния акваторий северных морей // Сборник докладов по тематике «Радиолокация и навигация» международной научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь» за период 2007 г.- 2011 г. – Воронеж, 2012. – С. 1422-1429.

2. C. Allen, L. Shi, R. Hale, C. Leuschen, J. Paden, B. Pazer, E. Arnold, W. Blake, F. Rodriguez-Morales, J. Ledford, S. Seguin. Antarctic Ice Depth sounding

Radar Instrumentation for the NASA DC-8. IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems, V.27, № 3, March 2012 pp. 4-20.

3.Andrew Safer. Specialized Radar for Ice and Oil-Spill Detection // Marine Technology Reporter. - 2011 - № 1 - pp. 14-17.

4.D. Trizna, J. Moore, J. Headrik, R. Bogle. Directional Sea Spectrum determination using HF dopler Radar Techniques. IEEE Trans. V.AR-25, № 1, 1977.

5.D. E. Barrik, J. Snider. The statistic of HF seaecho Doppler spektra. IEEE Trans. V.AR-25, № 1, 1977.

6.В.М.Кутузов. Загоризонтные РЛС декаметрового диапазона: области применения и принципы построения. Судостроение за рубежом, № 11, 1989.

7.Авторское свидетельство №224585 от 02.09.85 Попов А.Г., Кутузов В.М., Цветков Л.Л., Павлов Н.Г.

8.<http://www.niidar.rasu.ru>.

Кушнеров А.И., Михайлова Л.М., Шишкин А.И.

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЙ БАССЕЙН

*Санкт-Петербургский государственный технологический университет
растительных полимеров*

В работе рассмотрены индивидуальные, комплексные и интегральные показатели качества поверхностных водных объектов с целью применения для нормирования техногенной нагрузки

- произведен расчет комплексного индекса УКИЗВ для Финского залива на основе баз данных и комплексного экологического мониторинга.

- представлены методы свертки индивидуальных и комплексных показателей, а так же разработан многокритериальный показатель для определения класса качества водных объектов.

- представлены современные методы управления качеством водных объектов и реализован комплексный подход нормирования техногенной нагрузки.

Таким образом, комплексная оценка теперь может выступать в качестве критерия для нормирования и управления водным бассейном.

Актуальность проблемы управления водопользованием определяется плачевным состоянием как окружающей среды, так и самой отрасли. В качестве основных рычагов управления качеством водных объектов в России служит система комплексного использования и охраны водных объектов (СКИО-

ВО), а также нормативы допустимого сброса (НДС) и допустимого воздействия (НДВ).

- Реализация НДВ, которую планируется завершить к 2015 году, показала, что одной из основных проблем является, во первых, недоработанные методики расчета нормативов для каждого вида воздействия на водные объекты, во вторых, неувязка между НДВ и НДС.

- Кроме того, существующие нормативы для водопользователей не обеспечивают необходимое качество и устойчивое развитие водных бассейнов и экосистем в целом.

- Одним из решений перечисленных проблем может служить применение комплексных и интегральных показателей регулярного экологического мониторинга.

- Контроль качества воды в рамках мониторинга проводится по гидрохимическим и гидробиологическим индивидуальным и комплексным показателям. Но на сегодняшний день существующие комплексные оценки и индексы не отражают реальное качество и функционирование водных объектов. Поэтому одной из задач является необходимость в разработке индекса наиболее полно учитывающего нагрузку на поверхностные водотоки и водоемы с целью обеспечения устойчивого развития экосистемы.

- Как показывает практика, применение комплексного подхода позволяет установить класс качества воды, учесть значительное число показателей, рассмотреть изменение качества во временном разрезе и т.д.

Цель работы: разработка методики применения комплексных и интегральных показателей для нормирования техногенного воздействия на водный бассейн.

Задачи работы:

1. Выбор наиболее репрезентативных комплексных и интегральных показателей качества водных объектов;
2. Создание алгоритма расчета НДВ с применением комплексной оценки водного бассейна;
3. Корректировка НДС для индивидуальных водопользователей с учетом разработанного НДВ;
4. Создание методики применения комплексной оценки для управления качеством водного бассейна;
5. Апробация разработанной методики на конкретных бассейновых участках.

Определение класса качества воды по комплексному показателю УКИЗВ на примере акватории Финского залива

Как показывает практика, наиболее точную характеристику можно дать при комплексном подходе к оценке качества вод по интегральным показателям, использование которых позволяет установить класс качества воды, учесть значительное число показателей, рассмотреть изменение качества во временном разрезе и т.д.

На основании многолетних проведенных мониторинговых исследований водных объектов бассейна северной части Финского залива нами была создана региональная геоинформационная система – ГИС (рис. 1), связывающая в себе базы данных показателей качества по сезонам года за многолетний период и графическое отображение исследуемых объектов с пунктами контроля.

Мониторинг проводился группой исследователей из СПбГПУ и СПбГТУРП в 12 пунктах контроля в северной, прибрежной части Финского залива и в более, чем 60 пунктах в водотоках и водоемах его бассейна. Было учтено влияние таких водных объектов, как: р. Рощинка, р. Черная, Смолячков ручей, р. Малая Сестра, р. Каменка, р. Старожиловка, Голубые озера, Суздальские озера, Сетрорецкое водохранилище и др. Пункты отбора проб располагаются в прибрежной зоне Финского залива от северной границы дельты р. Нева до поселка Смолячково.



Рис. 1. Участок северной части Финского залива в среде ГИС

Оценка качества велась в весенний, летний и осенний периоды с 2001 по 2012 гг. по 22 гидрохимическим показателям, 6 гидробиологическим, и по токсичности. По полученным данным нами был рассчитан удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ), позволивший присвоить класс качества воды в прибрежной части Северной части Финского залива. Ниже на графике приведены результаты расчета УКИЗВ для Финского залива за многолетний период (рис. 2).

Результаты на рис. 2 наглядно демонстрируют увеличение значений индекса УКИЗВ на данном промежутке времени, что говорит о ухудшении качества воды. Еще в начале 2000-ых годов класс качества воды был вторым («слабо загрязненные» воды), но уже к 2010-2012 гг., резко перескочив третий

класс, стал четвертым, что характеризует воды прибрежной части Финского залива, как «грязные».

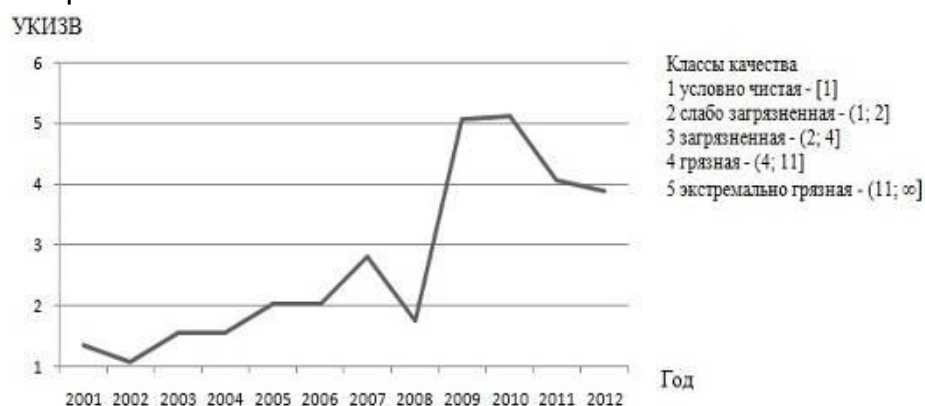


Рис. 2. Результаты расчета УКИЗВ для прибрежной зоны Финского залива

По скорости роста загрязнения данный промежуток времени мониторинга делится на два этапа: первый 2001-2007 гг., когда рост индекса УКИЗВ, в среднем в год, составлял 0,3 ед., а второй 2008-2012 гг. рост уже был 0,5 ед. в год, причем максимальный подъем зафиксирован в период 2008-2009 гг. и составил 3 ед. УКИЗВ.

Комплексная оценка с учетом абиотической и биотической составляющих качества водных объектов на примере бассейна северо-восточной части Финского залива.

Контроль качества воды в рамках мониторинга проводится по гидрохимическим и гидробиологическим индивидуальным и комплексным показателям. Но на сегодняшний день существующие комплексные оценки и индексы не отражают реальное качество и функционирование водных объектов. Поэтому появилась необходимость в разработке индекса наиболее полно учитывающего нагрузку на поверхностные водотоки и водоемы с целью обеспечения устойчивого развития экосистемы.

Одним из универсальных способов разработки комплексной оценки является метод сводных показателей (МСП).

В течение трех последних лет (2010-2013 гг.) совместно с коллегами СПбГПУ и СПбГТУРП мне удалось провести комплексное исследование северо-восточной части бассейна Финского залива и с учетом наблюдения данной акватории за 12 лет, были выделены все достоинства и недостатки показателей сформированной системы мониторинга. В результате в рамках метода сводных показателей были выделены следующие индексы:

- а) индекс сапробности по Р. Пантле и Г. Букку;
- б) индекс Ф.Вудивисса;
- в) удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ).

Поскольку кроме количественных значений выбранные индексы дают качественную оценку (класс и характеристику качества воды) было проведено объединение и стыковка классификаций. Далее для ухода от размерностей индексов был установлен единый интервал. Учитывая равенство значимости показателей, в результате математических расчетов с помощью МСП была выведена формула многокритериального индекса Q:

$$Q = \frac{1}{3} \cdot \left(1 + \frac{q_1}{11} + \frac{q_2}{4,5} - \frac{q_3}{10} \right) \quad (1)$$

где q_1 – удельный комбинаторный индекс загрязненности (УКИЗВ); q_2 – индекс сапробности по Р. Пантле и Г. Букку; q_3 – биотический индекс по Ф. Вудивиссу.

Далее была сформирована новая классификация качества воды по многокритериальному индексу Q, который включая абиотическую и биотическую составляющую, позволяет определить класс и характеристику качества воды.

С помощью метода сводных показателей многие исследователи уже разрабатывали различные комплексные оценки, но включение индекса УКИЗВ было принято впервые и реализовано в данном проекте.

В связи с развитием современных технологий для оперативности и удобства расчета была разработана компьютерная программа «IndQ», с помощью которой была проведена апробация индекса качества воды по данным экологического мониторинга северо-восточной части бассейна Финского залива. Рабочее окно программы представлено на рис 3., а полученные результаты в таблице 1.

Расчет многокритериального индекса Q	
УКИЗВ	2.37
Индекс сапробности S	1.56
Индекс Вудивисса	3.37
Индекс Q	0.41
Рассчитать	
Класс и характеристика качества воды	II - Слабо загрязненная
Определить	

Рис. 3. Рабочее окно программы IndQ

Комплексный подход с использованием многокритериального индекса на основе мониторинга водных объектов является одним из механизмов управления водопользованием, а именно использование разработанного индекса при нормировании нагрузки на водный бассейн.

Таким образом, комплексный подход будет интересен для бассейновых водных управлений и организаций, непосредственно принимающих участие в разработке проектов нормативов допустимого воздействия (НДВ) и сбросов (НДС.) Кроме этого, данный метод важен и для самих водопользователей, который способен помочь при разделении квот нагрузки на водные объекты.

Таблица 1

Название водного объекта	Индексы качества воды			
	УКИЗВ	Сапробность по Р. Пантле и Г. Букку	Биотический индекс по Ф. Вудивиссу	Интегральный показатель качества Q
оз. Серебряное	2,37 (III)	1,56 (II)	3,37 (III)	0,41 (II)
оз. Гладышевское	2,43 (III)	1,45 (I)	2,5 (IV)	0,43 (III)
р. Гладышевка	2,11 (III)	1,69 (II)	2,5 (IV)	0,44 (III)
р. Рощинка	3,76 (III)	1,7 (II)	1,67 (IV)	0,52 (III)
р. Черная	3,39 (III)	1,74 (II)	1,94 (IV)	0,50 (III)
р. Приветная	4,27 (IV)	1,74 (II)	2,07 (IV)	0,52 (III)
ручей Смолячков	6,45 (IV)	1,86 (II)	2,82 (IV)	0,57 (III)
Сестрорецкое водохр.	3,32 (III)	1,6 (II)	2,27 (IV)	0,48 (III)
р. Малая Сестра	4,23 (IV)	1,59 (II)	2,44 (IV)	0,50 (III)

В работе представлена методика применения комплексных и интегральных показателей. В качестве источника воздействия был рассмотрен как индивидуальный источник сброса сточных вод, так и отдельный бассейн.

Таким образом, интегральный показатель УКИЗВ может быть использован для:

1. определения качественной характеристики водных объектов;
2. сопоставления результатов в динамике;
3. сравнения водохозяйственных участков, водных объектов и бассейна в целом по мощности воздействия.
4. определения нагрузки на водный объект;
5. выявления источников загрязнений;
6. бассейнового нормирования техногенной нагрузки.

Впервые на бассейновом уровне увязаны НДВ и НДС на базе единых комплексных показателей и индексов с использованием баз данных на ГИС основе.

Обобщены данные собственных многолетних полевых исследований в бассейне р. Черная, Р. Приветная, Северного побережья Финского залива.

Рассчитаны комплексные показатели и индексы для р. Малая Сестра, Суздальских оз., Сестрорецкого водохранилища, Голубых озер.

Вольф И.В., Епифанов А.В., Антонов И.В.
УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РЕЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Санкт-Петербургский государственный технологический университет
растительных полимеров*

Управление качеством речных вод является сложной, многофакторной задачей, в которой необходимо учитывать социальные, экономические, гидрологические, гидрохимические, морфометрические и д.р. факторы. Водные бассейны крупных водных объектов, как правило, разветвлены и включают множество притоков. Одним из важнейших критериев для управления водными объектами является оценка их экологического состояния, как в настоящий момент времени, так и в долгосрочной и краткосрочной перспективе с учетом плана развития региона. При оценке экологического состояния водных объектов необходимо учитывать данные о гидрологических и гидрохимических параметрах водных объектов, а также сосредоточенных и диффузных источниках загрязнения. Разработчики вынуждены создавать и хранить значительные объемы информации, подкрепленные графическим материалом. В настоящее время часть этапов оценки экологического состояния водных объектов в условиях многокомпонентной нагрузки можно эффективно реализовать с использование информационно-моделирующих систем [1–3].

Для моделирования переноса загрязняющих веществ в водных объектах может быть использован новый геоинформационный моделирующий комплекс «ГИМС-река» [4-5]. Данный комплекс позволяет моделировать процессы конвективно-диффузного переноса и превращения загрязняющих веществ (КДП и ПВ) для произвольного числа водовыпусков с учетом влияния притоков. Результаты моделирования позволяют строить поля распределения концентраций загрязняющих веществ, рассчитывать нормативы допустимого сброса и нормативы допустимого воздействия, как для стационарных так и для нестационарных условий. Особенностью рассматриваемого комплекса «ГИМС-река» является возможность всестороннего анализа результатов оценки нагрузки на водные объекты с использованием цифровых разномасштабных карт и создания дополнительных внешних, подключаемых модулей расширения (в форме DLL библиотек).

ГИМС-река позволяет:

1. Создавать и редактировать базы геоданных (по гидрохимическим, гидрологическим и морфометрическим параметрам; по стационарным и диффузным источникам поступления загрязняющих веществ; по справочной информации).

2. Производить расчет фоновых концентраций по концентрациям загрязняющих веществ, приведенных в базе данных

3. Производить расчет распределения концентраций загрязняющих веществ как внутри водохозяйственного участка, так и внутри всего водного бассейна при различных гидрологических условиях.

Архитектура ГИМС-река построена на работе с отдельными таблицами, организованными в единую базу данных. На первом этапе пользователь заполняет базу данных. На втором этапе определяются границы бассейна исследуемой водной экосистемы со всеми притоками и источниками загрязнений. Дальнейшее районирование речного бассейна производится на основе комплекса природных, антропогенных, эколого-территориальных параметров и лимитирующих факторов. В итоге основное русло бассейна представляется набором участков водотока, идущих один за другим, с достаточно однородными гидрологическими параметрами и характеристиками.

После проведения районирования осуществляется создание базы гео-данных пространственных объектов гидрологической сети бассейна и участков основного русла. Для этих целей и последующего вывода и обработки результатов моделирования используется геоинформационный блок (рис. 1). Он реализован в распространенном программном продукте ArcGIS 10 фирмы ESRI. Одним из основных преимуществ данной технологии является возможность обработки картографических данных с учетом пространственного отношения объектов.

В геоинформационном моделирующем комплексе «ГИМС-река» реализуются методы расчета разбавления загрязняющих веществ в водотоках и прибрежных частях водоемов при наличии устойчивых вдольбереговых течений. Процесс распространения вносимых в водный поток растворенных и взвешенных примесей в общем случае может быть выражен одной из модификаций моделей конвективно-диффузионного переноса и превращения веществ [6].

В зависимости от поставленной цели и типизации водного объекта реализуется соответствующий тип модели. При моделировании переноса загрязняющих веществ в водных объектах с множеством притоков программа идентифицирует притоки водотока, по которым производится расчет, а также все водовыпуски и посты контроля качества воды, находящиеся на притоках j -го порядка. Далее последовательно осуществляется расчет разбавления на этих притоках по модели КДП и ПВ или по упрощенной балансовой схеме.

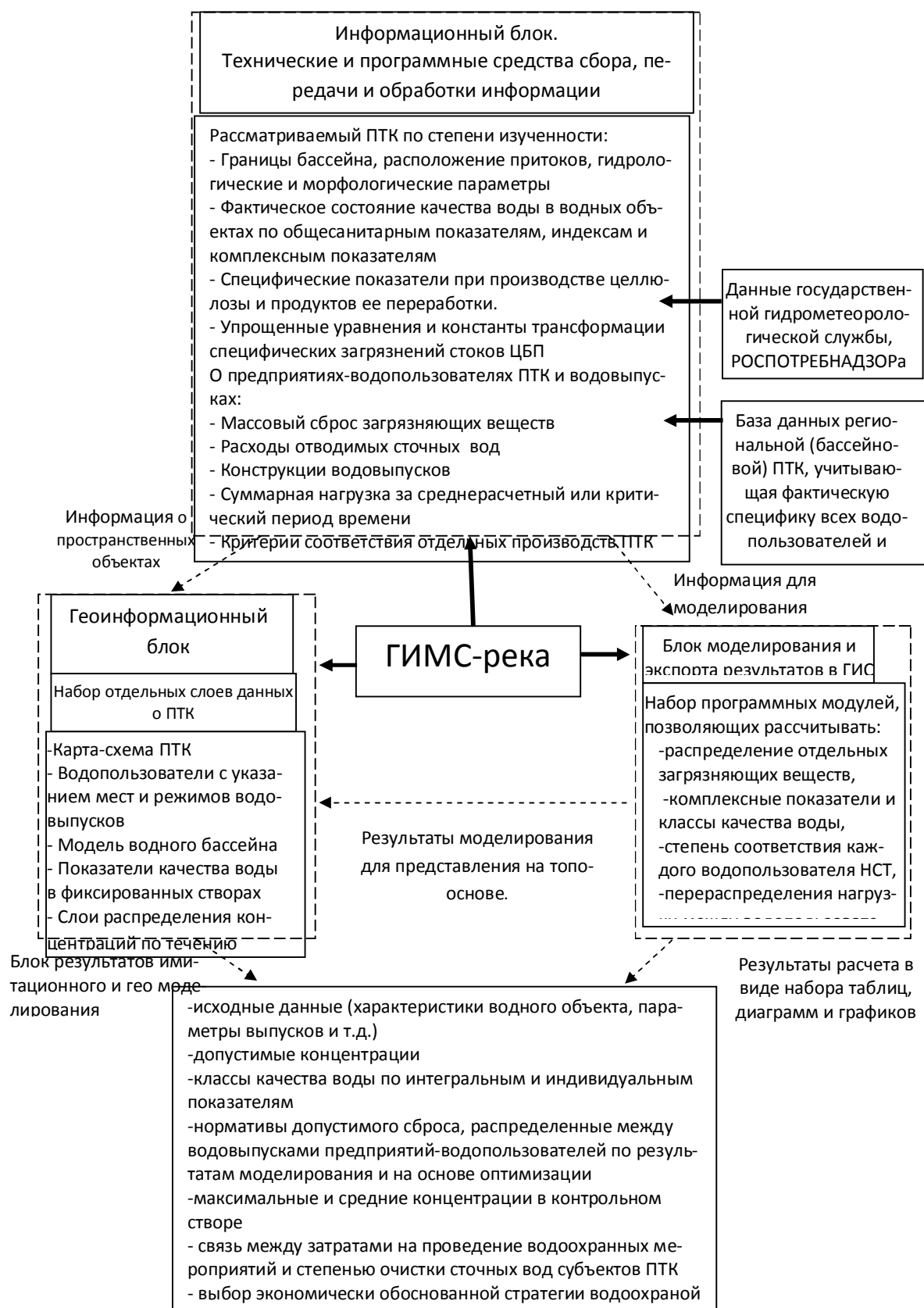


Рис. 1. Структура геоинформационного моделирующего комплекса «ГИМС-река»

Для создания тематических цифровых карт могут быть использованы разномасштабные карты изучаемой местности.

Результаты расчета представляются в виде табличного отображения поля концентраций, которое может быть экспортировано на карту в ГИС (см. рис.2). По результатам моделирования могут быть построены диаграммы распределения загрязняющего вещества вдоль и поперек русла, как по всему бассейну, так и по отдельным участкам, производится оценка нагрузки от каждого водовыпуска.

Разработанный алгоритм и методика его реализации с использованием программы «ГИМС-река» апробированы при нормировании допустимого сброса для ОАО «Группа «Илим» в г. Коряжма, ОАО «Сясьский ЦБК», расчет НДС для бассейна рек Славянка и Вуокса.

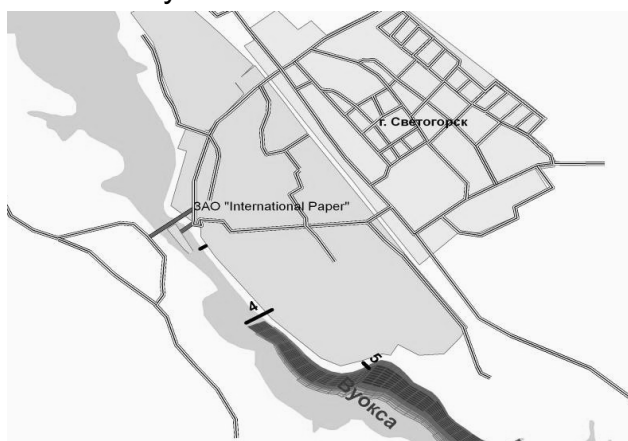


Рис. 2. Отображение результатов расчета распространения загрязняющих веществ в р. Вуокса

Геоинформационный моделирующий комплекс «ГИМС-река» является одной из информационных моделирующих систем нового поколения, которая позволяет вывести на современный уровень нормирование антропогенной нагрузки. Разработанный информационно-моделирующий комплекс позволяет в дальнейшем подключать дополнительные модули для комплексной оценки качества воды по интегральным показателям, учета диффузного стока и других лимитирующих факторов для исследуемой природно-технической системы.

Литература:

1. Пряжинская В.Г., Ярошевский Д.М., Левит-Гуревич Л.К. Компьютерное моделирование в управлении водными ресурсами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 496 с.
2. Шишкин А.И., Горбунов Н.Е., Епифанов А.В. Управление качеством окружающей среды с применением геоинформационных систем: Учебное пособие. -СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2011.-292с.

3. Алексеев В.В., Куракина Н.И., Орлова Н.В. Геоинформационная система мониторинга водных объектов и нормирования экологической нагрузки // ArcReview. 2006. № 1. С. 9.
4. Епифанов А.В., Шишкин А.И., Антонов И.В. Геоинформационная моделирующая система нормирования допустимых сбросов для целлюлозно-бумажных комплексов Водное хозяйство России, №1, 2011 г. с. 66-80
5. Епифанов А.В., Шишкин А.И., Антонов И.В., Алексеев В.В., Куракина Н.И., Желтов Е.В. Система расчета нормативов допустимого воздействия на водные объекты в среде ГИС // ArcReview. 2009. № 4 С. 10–11.
6. Дружинин Н.И., Шишкин А.И. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 390 с.

Абраменко К.Г., Яковлев В.В.

КРАТКИЙ ОБЗОР ФЕДЕРАЛЬНЫХ НОРМ И ПРАВИЛ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

28 марта 2013 года Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), в рамках проводимой Коллегии подвела итоги работы ведомства в 2012 году и определила задачи на 2013 год. Открывая заседание, руководитель Ростехнадзора Николай Кутыин отметил, что за прошлый год ведомством было проведено 217 668 проверок. В сфере госнадзора в области промышленной безопасности – 84 185 проверок, в сфере надзора в области использования атомной энергии – 2 943 проверки, энергетического надзора – 155 737 проверок, в области безопасности гидротехнических сооружений – 4 055 проверок, при осуществлении государственного строительного надзора – 14 914 проверок. По результатам проведенных проверок выявлено около 1 400 000 нарушений законодательства, наложено штрафов на сумму, превышающую 2 500 000 тыс. рублей. В части нормотворческой деятельности, в связи с оптимизацией нормативно-технических документов в области промышленной безопасности требованиям Технических Регламентов Таможенного Союза, Ростехнадзором в 2012 году разработаны 6 проектов федеральных законов, 31 проект постановления Правительства РФ, принято 54 нормативных акта Ростехнадзора.

В данной статье авторами рассматривается проект «Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефте-

перерабатывающих производств». В частности, приводится сравнение давно зарекомендовавшей себя «Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах» РД 03-409-01 (далее – РД) и новых Федеральных норм и правил (далее – ФНП). В целом новые ФНП сохранили в себе весь опыт, полученный и использованный в РД, за исключением некоторых моментов, получивших новую редакцию.

В частности, в ФНП при классификации зон разрушения использованы те же критерии уровня избыточного давления ΔP , что и в РД, за исключением категорий повреждений. В новом документе приводится пять (5) классов зон разрушения (1, 2, 3, 4, 5), в то время как в РД было пять (5) категорий повреждений (А, В, С, D, Е). Коэффициент К, характеризующий степень воздействия взрыва на объект остался без изменений.

В новой методике ФНП приводится формула расчета тротилового эквивалента взрыва парогазовой среды (далее – ПГС), W_T :

$$W_T = \frac{0,4 \cdot q}{0,9 \cdot q_T} \cdot z \cdot m; \quad (1)$$

где 0,4 – доля энергии взрыва ПГС, затрачиваемая непосредственно на формирование ударной волны; 0,9 – доля энергии взрыва тринитротолуола (далее – ТНТ), затрачиваемая непосредственно на формирование ударной волны; q – удельная теплота сгорания парогазовой среды, кДж/кг; q_T – удельная энергия взрыва ТНТ, кДж/кг; z – доля приведенной массы парогазовых веществ, участвующих во взрыве; m – приведенная масса парогазовых веществ, участвующих во взрыве.

В данной формуле введенный коэффициент z имеет значение для замкнутых объемов (помещений). В РД расчеты приводились только для открытого пространства. Формула радиуса зон разрушения в ФНП осталась прежней, R , м:

$$R = \frac{\sqrt[3]{W_T}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{W_T}\right)^2\right]^{\frac{1}{6}}}; \quad (2)$$

Для более точных расчетов зон разрушения в методике ФНП предлагается определять массу вещества способного участвовать во взрыве путем интегрирования концентрации выброшенного при аварии горючего вещества по пространству, ограниченному поверхностями $\Sigma_{ВКПР}$ и $\Sigma_{НКПР}$ по формуле:

$$m = \iiint_{\Sigma_{ВКПР} < V < \Sigma_{НКПР}} c(x, y, z, t_0) dx dy dz; \quad (3)$$

где x, y, z – пространственные временные; $\Sigma_{ВКПР}$ и $\Sigma_{НКПР}$ – поверхности в пространстве достижения соответственно верхнего и нижнего концентрационных

пределов; $c(x, y, z, t_0)$ – распределение концентрации в момент времени t_0 , кг/м³; t_0 – момент времени воспламенения или момент времени, когда во взрывоопасных пределах находится максимальное количество топлива, с.

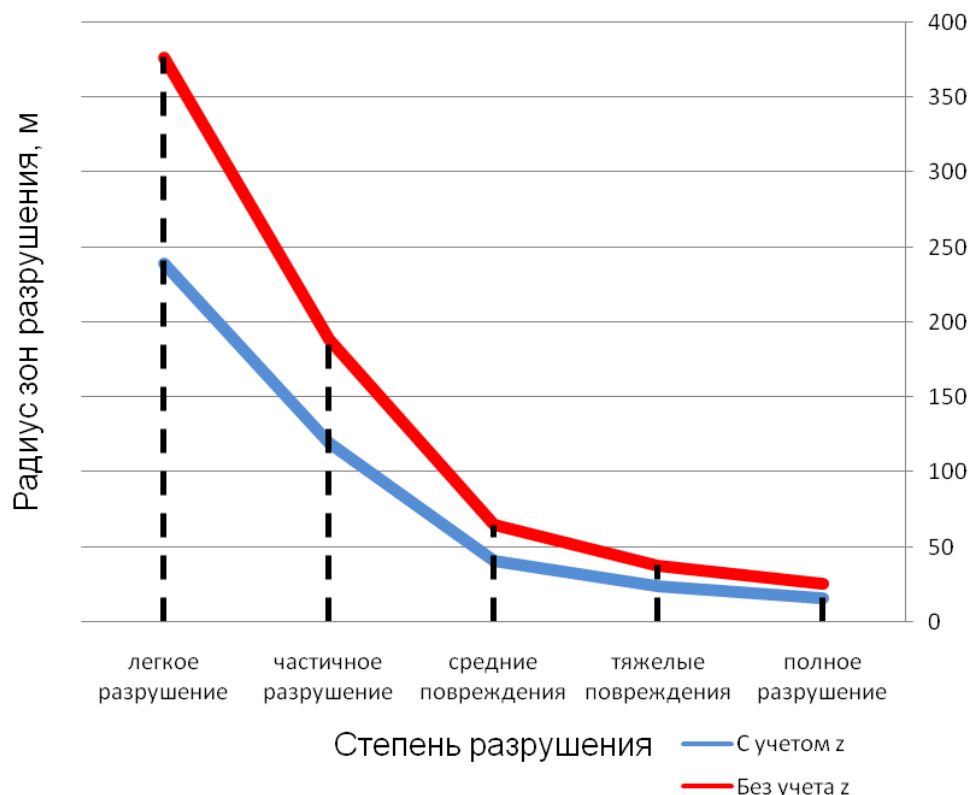


Рис. 1. Радиусы зон повреждений без учета и с учетом коэффициента z .

Вероятность повреждений стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса:

$$Pr_1 = 5 - 0,26 \cdot \ln V_1; \quad (4)$$

где:

$$V_1 = \left(\frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{I} \right)^{9,3}; \quad (5)$$

Вероятность разрушения промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу, оценивается по соотношению:

$$Pr_2 = 5 - 0,22 \cdot \ln V_2; \quad (6)$$

где:

$$V_2 = \left(\frac{40000}{\Delta P} \right)^{7,4} + \left(\frac{460}{I} \right)^{11,3}; \quad (7)$$

Вероятность длительной потери управляемости у людей, попавших в зону действия ударной волны при взрыве облака топливно-воздушной смеси (далее – ТВС):

$$Pr_3 = 5 - 5,74 \cdot \ln V_3; \quad (8)$$

$$V_3 = \frac{4,2}{p} + \frac{1,3}{i}; \quad (9)$$

$$p = 1 + \frac{\Delta P}{P_0}; \quad i = \frac{I}{P_0^{\frac{1}{2}} \cdot m^{\frac{1}{3}}}; \quad (10)$$

где p и i – безразмерное давление и приведенный импульс; m – масса тела живого организма.

Вероятность разрыва барабанных перепонки у людей от уровня перепада давления в воздушной волне:

$$Pr_4 = -12,6 + 1,524 \cdot \ln \Delta P; \quad (11)$$

Вероятность отброса людей волной давления оценивается по величине пробит функции:

$$Pr_5 = 5 - 2,44 \cdot \ln V_5; \quad (4)$$

где:

$$V_5 = \frac{7,38 \cdot 10^{-3}}{\Delta P} + \frac{1,3 \cdot 10^9}{\Delta P \cdot I} \quad (7)$$

В качестве нововведения в ФНП предлагается при использовании пробит-функций в качестве зон 100-процентного поражения использовать зоны поражения, где значение пробит-функции достигает величины, соответствующей вероятности 90%. А в качестве зон, безопасных с точки зрения воздействия поражающих факторов, принимаются зоны поражения, где значение пробит функции достигает величины, соответствующей вероятности 1 %. В том числе, для оценки степени разрушений различных видов зданий, в ФНП добавлена таблица, ранее отсутствовавшая в РД.

Таблица 1.

Данные о степени разрушения производственных, административных зданий и сооружений, имеющих разную устойчивость.

Тип зданий, сооружений	Разрушение при избыточном давлении на фронте ударной волны, кПа			
	Слабое	Среднее	Сильное	Полное
Промышленные здания с легким каркасом и бескаркасной конструкцией	10 - 25	25 - 35	35 - 45	> 45
Складские кирпичные здания	10 - 20	20 - 30	30 - 40	> 40
Одноэтажные складские помещения с металлическим каркасом и стеновым заполнением из листового металла	5 - 7	7 - 10	10 - 15	> 15
Бетонные и железобетонные здания и антисейсмические конструкции	25 - 35	80 - 120	150 - 200	> 200

Здания железобетонные монолитные повышенной этажности	25 - 45	45 - 105	105 - 170	170 - 215
Котельные, регуляторные станции в кирпичных зданиях	10 - 15	15 - 25	25 - 35	35 - 45
Деревянные дома	6 - 8	8 - 12	12 - 20	> 20
Подземные сети, трубопроводы	400 - 600	600 - 1000	1000 - 1500	> 1500
Трубопроводы наземные	20	50	130	-
Кабельные подземные линии	До 800	-	-	> 1500
Цистерны для перевозки нефтепродуктов	30 - 50	50 - 70	70 - 80	> 80
Резервуары и емкости стальные наземные	35 - 55	55 - 80	80 - 90	> 90
Подземные резервуары	40 - 75	75 - 150	150 - 200	> 200

Данная таблица является полезной при экспресс-анализе последствий взрыва ТВС, вызванных ударной волной, но содержащихся данных недостаточно для определения степени воздействия ударной волны на наружные технологические установки (например, промышленные нефтеперерабатывающие печи).

В целом, последняя редакция ФНП является сжатым вариантом РД. Наряду со старыми методиками, изложенными в РД, в ФНП предлагается при расчете значений тротилового эквивалента, для последующего определения радиусов поражений использовать коэффициент, учитывающий долю участвующих во взрыве веществ, как для открытых пространств, так и для замкнутых помещений. Авторы ФНП, при разработке нормативного документа, приняли разумное решение сохранить давно зарекомендовавшие себя критерии поражения зданий ударной волной, а так же вероятностные пробит-функции.

Шульга А.Г., Яковлев В.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА БОРЬБЫ С ПОЖАРАМИ ПРИ РАЗЛИВАХ НЕФТИ НА АКВАТОРИИ

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Целью данного исследования является оценка возможности ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с возможными разливами нефти при эксплуатации МЛСП «Приразломная». При разливе нефти в море ущерб окружающей среде неизбежен. Разлитая нефть быстро вовлекается в природные процессы и взаимодействие с окружающей средой (растекается, переносится течениями и ветром, частично диспергируется, испаряется и растворяется), и не может быть собрана полностью даже при самом быстром, энергичном и безошибочном реагировании, кроме того, даже кратковременное пребывание

нефти в окружающей среде вызывает изменение ее физико-химических свойств. В общем случае, оптимизация планируемых мер реагирования обеспечивается сопоставлением различных стратегий реагирования и выбором тех из них, которые будут приводить к минимальному экологическому ущербу. В тоже время, обычно, при ликвидации разлива нефти ставится задача собрать максимальное количество разлившейся нефти. Опыт практических работ показывает, что здесь возможен широкий разброс результатов даже при высокой концентрации сил и средств. Например, обзор данных по ликвидации разливов нефти в США за период 1993-2000 г.г. показал следующее распределение эффективности операций ЛРН (Рис. 1): только в 40 % случаев механическими средствами удалось собрать более 50 % разлитой нефти, более 60 % разлива удавалось собрать примерно в 23 % случаев, более 70 % - в 16 % случаев, более 80 % - менее, чем в 10 % случаев.

Несмотря на ограниченный объем использованных данных, эти соотношения достаточно представительны (проверка по официальной базе данных Правительства США показала, что за период 2002-2010 г.г. имели место 50 случаев разливов нефти объемом более 1 м³, из которых 10 случаев имели объем более 35 м³) [2].

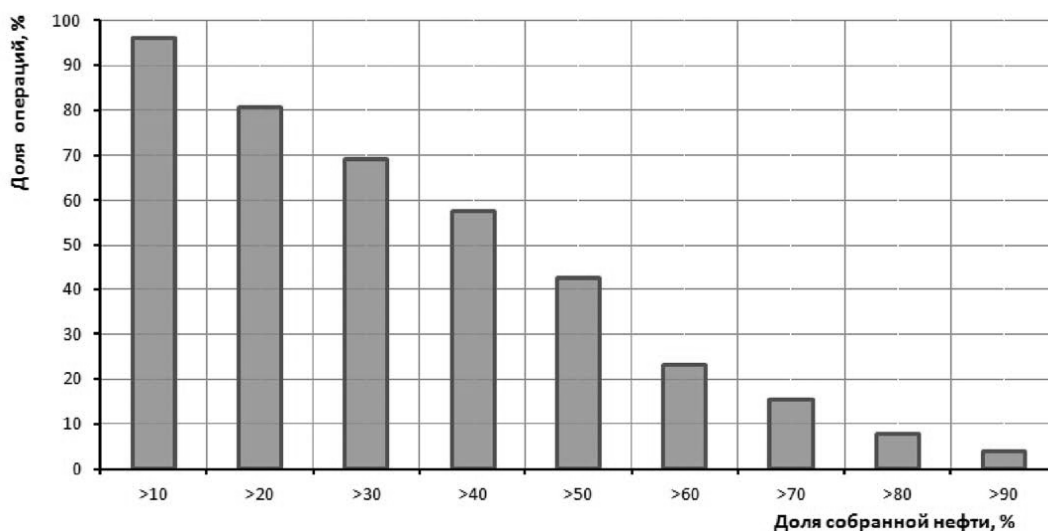


Рис. 1. Распределение эффективности операций ЛРН.

Очевидно, что реальные результаты реагирования зачастую далеки от предполагаемых. Среди самых частых причин разлива нефти в северных широтах являются разгерметизация технологического и разгрузочного оборудования на платформах, повреждение нефтехранилищ и танкерных судов, обычно в результате столкновения с другими объектами.

Пожары и взрывы могут быть не только следствием, но и причиной разлива нефти. Анализ данной ситуации может рассматриваться как своеобраз-

ный тест для системы защиты окружающей среды в аварийных ситуациях. Рассмотрим ситуацию, в которой после разлива нефти произошел пожар. Для того чтобы принять оптимальный метод борьбы с пожарами при разливах необходимо выбрать рациональный способ действий.

Задача состоит в выборе оптимальной стратегии из числа возможных. Возможны три ситуации развития аварийного процесса. Создается матрица A (табл.1), каждый элемент которой соответствует эффективности использования выбранной стратегии в данной ситуации (где $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$ – предположение о реализации ситуации 1,2,3,4 соответственно). Аппарат теории игр позволяет решить данную задачу по выбору оптимальной стратегии по различным критериям (Вальда, Сэвиджа, Гурвица), при этом решение возможно в «чистых стратегиях» и в смешанных, когда определяются вероятности применения той или иной стратегии. Все расчеты выполнены в программе MatLab. Рассмотрим решение в «чистых стратегиях».

Таблица 1. Платежная матрица

A_j	Π_j			
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4
A_1	33	10	20	26,5
A_2	50	67	11,5	25
A_3	23,5	35	40	68,5

Критерий Вальда.

По критерию Вальда за оптимальную принимается чистая стратегия, которая в наихудших условиях гарантирует максимальный выигрыш, т.е. $a = \max(\min a_{ij})$. Критерий Вальда ориентирует статистику на самые неблагоприятные состояния природы, т.е. этот критерий выражает пессимистическую оценку ситуации.

Таблица 2. Платежная матрица

A_i	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	$\min(a_{ij})$
A_1	33	10	20	26.5	10
A_2	50	67	11.5	25	11.5
A_3	23.5	35	40	58.5	23.5

Вывод: выбираем стратегию A_3 .

Критерий Севиджа.

Критерий минимального риска Севиджа рекомендует выбирать в качестве оптимальной стратегии ту, при которой величина максимального риска

минимизируется в наихудших условиях, т.е. обеспечивается:
 $a = \min(\max_{ij})$

Критерий Сэвиджа ориентирует статистику на самые неблагоприятные состояния природы, т.е. этот критерий выражает пессимистическую оценку ситуации. Находим матрицу рисков. Максимальный выигрыш в j-м столбце $b_j = \max(a_{ij})$ характеризует благоприятность состояния природы.

Таблица 3. Матрица рисков.

A_i	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	$\max(a_{ij})$
A_1	17	57	20	32	57
A_2	0	0	28.5	33.5	33.5
A_3	26.5	32	0	0	32

Вывод: выбираем стратегию A_3 .

Критерий Гурвица.

Критерий Гурвица является критерием пессимизма - оптимизма. За оптимальную принимается та стратегия, для которой выполняется соотношение:
 $\max(s_i)$, где $s_i = k \cdot \max(a_{ij}) + (1-k) \cdot \min(a_{ij})$

При $k = 1$ получим критерий Вальда, при $k = 0$ получим – оптимистический критерий (максимакс).

Критерий Гурвица учитывает возможность как наихудшего, так и наилучшего для человека поведения природы. Как выбирается u ? Чем хуже последствия ошибочных решений, тем больше желание застраховаться от ошибок, тем u ближе к 1.

Таблица 4. Матрица рисков

A_i	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	$\min(a_{ij})$	$\max(a_{ij})$	$k \cdot \min(a_{ij}) + (1-k) \cdot \max(a_{ij})$
A_1	33	10	20	26.5	10	33	21.5
A_2	50	67	11.5	25	11.5	67	39.25
A_3	23.5	35	40	58.5	23.5	58.5	41

Вывод: выбираем стратегию A_3 .

В смешанных стратегиях можно получить оптимальное решение, чередуя чистые стратегии. Смешанной стратегией игрока А называется применение чистых стратегий $A_1, A_2, \dots, A_m$ с вероятностями $u_1, u_2, \dots, u_m$.

Обычно смешанную стратегию первого игрока обозначают как вектор: $U = (u_1, u_2, \dots, u_m)$, а стратегию второго игрока как вектор: $Z = (z_1, z_2, \dots, z_m)$. В смешанных стратегиях по критерию Вальда необходимо решать задачу ли-

нейного программирования, определяющей значение переменных достигающих максимума функции. По критерию Вальда выбираем A_3 или A_4 .

Таким образом, в результате решения игры по различным критериям чаще других рекомендовалась стратегия A_3 , которая соответствует определенному методу борьбы с пожаром при разливе нефтепродуктов.

Можно сделать вывод, что для того чтобы принять оптимальный метод борьбы с разливами необходимо выбрать рациональный способ действий. Для этого можно использовать теорию игр с различными критериями.

При выполнении работы были учтены требования и положения, содержащиеся в основных законодательных и нормативно-правовых актах Российской Федерации по затрагиваемым вопросам, в том числе в области предупреждения и ликвидации разливов нефти:

- Основные требования к разработке планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (утверждены Постановлением Правительства РФ от 21.08.2000 г. № 613);
- Правила организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации (утверждены Постановлением Правительства РФ от 15.04.02 г. № 240);
- Правила разработки и согласования планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации (утверждены приказом МЧС России от 28.12.04 г. № 621).

Литература

1. А.Н.Чусов, В.В.Яковлев, Управление безопасностью природно-технических систем, СПбГПУ, 227 стр., 2011
2. Elise DeCola. Review of Oil Spill Responses on Moderately-Sized Spills in US Waters from 1993-2000. NUKA Research & Planning Group, 2002

Шаурина А.М., Яковлев В.В., ОЦЕНКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Радиация пронизывает все вокруг и является неотъемлемой чертой биосферы. В наше время существует множество искусственных источников радиоактивности, успешно применяемых в нашей повседневной жизни. При этом, говоря о внешнем и внутреннем облучении, следует обратить большее внимание на второе.

Уровень облучения представителей различных групп населения (в зависимости от возраста, профессии, типа жилого помещения) может существенно

зависеть от изотопного состава радиоактивного загрязнения окружающей среды. Особенно это характерно для Якутии, где произведено 12 подземных ядерных взрывов, два из которых официально признаны аварийными и сопровождались выбросом искусственных радионуклидов. Таким образом, при наличии в окружающей среде смеси радионуклидов необходимо оценивать дозы у представителей нескольких групп населения для принятия обоснованных решений в отношении проведения тех или иных защитных мероприятий.

В статье рассматриваются: представители взрослого населения, школьники 7-12 лет и дошкольники младшей возрастной группы 1-2 года.

Оценка дозы внутреннего облучения

Оценка эффективной дозы внутреннего облучения и эквивалентной дозы на щитовидную железу за счет ингаляции радионуклидов

Исходные данные:

- концентрация радионуклидов в воздухе;
- продолжительность ингаляции.

Значение ожидаемой эффективной дозы от ингаляции рассчитывают с помощью выражения:

$$E_i = 10^{-6} \cdot \sum_k C_k \cdot h_k \cdot V_i \cdot T \quad (1)$$

где E_i - ожидаемая эффективная доза у представителей i -ой группы населения от ингаляции, мЗв; C_k - средняя концентрация k -го радионуклида в приземном слое воздуха за время прохождения радиоактивного облака, кБк/м³; h_k - взвешивающий коэффициент k -го радионуклида, Зв/Бк; V_i - интенсивность дыхания представителей i -ой группы населения, м³/ч; T - продолжительность облучения, ч.

Средняя интенсивность дыхания для лиц из населения разного возраста при легкой физической нагрузке представлена в табл. 1. Следует иметь в виду, что при тяжелой работе интенсивность дыхания увеличивается в среднем в два раза, а при очень тяжелой до четырех-пяти раз.

Таблица 1.

Интенсивность дыхания у лиц разного возраста при легкой физической нагрузке, м³/ч

Возраст	Старше 17 лет	10 лет	1 год
Скорость дыхания	1,4	1,1	0,35

Значения взвешивающих коэффициентов при поступлении радионуклидов в организм с воздухом приведены в приложении П-2 к «НРБ-2009» для наиболее облучаемых критических возрастных групп.

Значения дозовых коэффициентов для Те-121m (период полураспада 154 сут.) равно 2...5, для I-131 (период полураспада 8.04 сут.) – 1.4...4.

Значение ожидаемой эквивалентной дозы на щитовидную железу у

представителей i -ой группы населения от ингаляции $H_{i,k}$ рассчитывают с помощью выражения:

$$H_{i,k} = \sum_k C_k \cdot h_{i,k} \cdot V_i \cdot T \quad (2)$$

где $H_{i,k}$ – ожидаемая эквивалентная доза облучения щитовидной железы, мЗв; C_k – средняя концентрация k -го радионуклида в приземном слое воздуха за время прохождения радиоактивного облака, кБк/м³; $h_{i,k}$ – дозовый коэффициент для i -ой группы населения и k -го радионуклида (теллур или йод), учитывающий радиологическую чувствительность органа мЗв/кБк, (табл.2); T – продолжительность облучения, ч.

Таблица 2.

Ожидаемая эквивалентная доза в щитовидной железе от поступления в организм 1 кБк радионуклида с вдыхаемым воздухом, мЗв/кБк

Радионуклид	Возрастная группа, лет		
	1-2	7-12	взрослые
Te-131m	1,20E-01	3,30E-02	1,30E-02
Te-132	2,90E-01	6,10E-02	2,50E-02
I-125	4,50E-01	2,20E-01	1,00E-01
I-129	1,70E-00	1,30E-00	7,10E-01
I-131	1,40E-00	3,70E-01	1,50E-01
I-132	1,60E-02	3,40E-03	1,40E-03
I-133	3,50E-01	7,40E-02	2,80E-02
I-134	3,10E-03	6,50E-04	2,60E-04
I-135	7,00E-02	1,50E-02	5,70E-03

Оценка эффективной дозы внутреннего облучения за счет поступления радионуклидов в организм человека с пищевыми продуктами. Эффективная доза внутреннего облучения населения, обусловленная поступлением с пищей в организм k -го радионуклида, рассчитывается с использованием результатов измерений его удельной активности в потребляемых продуктах. Отбор проб и измерения проводятся в моменты времени t_1 и t_2 , – время (в сутках), прошедшее с момента t_0 начала потребления радиоактивно загрязненного пищевого продукта (предполагается, что этот момент совпадает с моментом окончания радиоактивных выпадений; t_2 должно быть больше t_1 на 7-10 сут.).

По результатам двух серий измерений определяется эффективный период $T_{эфф,р,k}$ полуочищения p -го пищевого продукта за счет экологических процессов и радиоактивного распада от k -го радионуклида

$$T_{эфф,p,k} = \frac{\ln 2 \cdot (t_2 - t_1)}{\ln \left[\frac{C_{k,p}(t_1)}{C_{k,p}(t_2)} \right]} \quad (3)$$

где - $C_{k,p}(t_1)$ и $C_{k,p}(t_2)$ - средняя удельная активность k -го радионуклида в p -ом пищевом продукте в моменты времени t_1 и t_2 , соответственно, кБк/кг .

Рассчитывается удельная активность k -го радионуклида в p -ом пищевом продукте на момент окончания выпадений $C_{k,p}(t_0)$

$$C_{k,p}(t_0) = C_{k,p}(t_1) \cdot \left(\exp \left[\ln 2 \cdot (t_1 - t_0) / T_{эфф,p,k} \right] \right) \quad (4)$$

Ожидаемая эффективная доза $E_{i,k}$ внутреннего облучения представителей i -й группы населения, обусловленная поступлением k -го радионуклида в организм с пищей, рассчитывается по следующим формулам.

За первый месяц после выпадений радиоактивных осадков

$$E_{i,k} = d_{i,k} \sum_p C_{k,p}(t_0) \cdot \left(\frac{T_{эфф,p,k}}{\ln 2} \right) \cdot \left[1 - \exp \left(\frac{-\ln 2 \cdot 30}{T_{эфф,p,k}} \right) \right] \cdot V_p \cdot K_{k,p} \cdot \text{мЗв} \quad (5)$$

За первый год после выпадений

$$E_{i,k} = d_{i,k} \sum_p C_{k,p}(t_0) \cdot \left(\frac{T_{эфф,p,k}}{\ln 2} \right) \cdot \left[1 - \exp \left(\frac{-\ln 2 \cdot 365}{T_{эфф,p,k}} \right) \right] \cdot V_p \cdot K_{k,p} \cdot \text{мЗв} \quad (6)$$

где - $C_{k,p}(t_0)$ средняя удельная активность k -го радионуклида в p -ом пищевом продукте на момент окончания радиоактивных выпадений, кБк/кг ; V_p - среднее суточное потребление p -го пищевого продукта, кг/сут. ; $d_{i,k}$ - дозовый коэффициент поступления k -го радионуклида в организм жителей с пищей (табл. 3 для трех возрастных групп), мЗв/кБк ; $K_{k,p}$ - значение коэффициента снижения содержания k -го радионуклида в готовом p -ом пищевом продукте по сравнению с исходным, вследствие его кулинарной обработки (отн. ед. приведено в табл. 4); 30 - количество дней в календарном месяце; 365 - количество дней в календарном году.

Таблица 3

Дозовый коэффициент поступления радионуклидов с пищей, мЗв/кБк

Радионуклид	Возраст 1-2 года	Возраст 7-12 лет	Возраст > 17 лет
H-3	1,20E-04	5,70E-05	4,20E-05
Sr-90	7,30E-02	6,00E-02	2,80E-02
Cs-137	1,20E-02	1,00E-02	1,30E-02
I-131	1,80E-01	5,20E-02	2,20E-02
Te-131	6,60E-04	1,90E-04	8,70E-05

В табл. 4 приведены средние значения суточного потребления пищевых продуктов для взрослого населения средней полосы России. Суточное по-

требление других продуктов необходимо оценить на основании местных данных. С учетом местных условий этот рацион может корректироваться как по составу, так и по величине потребления.

Таблица 4

Структура рациона питания взрослого населения в средней полосе России и значения коэффициента снижения содержания радионуклида Cs-137 в готовом пищевом продукте вследствие его кулинарной обработки (K)

Продукт	V, кг/сут.	K, отн. ед.
Хлеб пшеничный, включая муку, макаронные изделия	0,27	1,0
Хлеб ржаной	0,12	1,0
Молоко и молокопродукты в пересчете на молоко	0,60	1,0
Мясо и мясопродукты	0,18	1,0
Рыба и рыбопродукты	0,04	1,0
Картофель	0,30	0,8
Овощи и бахчевые	0,26	0,8
Фрукты и ягоды	0,10	1,0
Грибы сырые	0,02	0,5

Следует обратить внимание, что по пищевым цепочкам мигрируют и поступают в организм человека лишь ограниченное число радионуклидов. Это радионуклиды йода, цезия, стронция. Они быстро всасываются в кровь при прохождении через желудочно-кишечный тракт. Большинство остальных радионуклидов, поступающих с поверхностно загрязненными продуктами, проходят транзитом через желудочно-кишечный тракт, облучая лишь стенки желудка и кишечника. Поэтому расчеты необходимо производить, в первую очередь, по этим трем радионуклидам, как основным, потенциально опасным.

Чтобы оценить полную эффективную дозу, необходимо просуммировать результаты расчетов по всем радионуклидам.

Оценка эквивалентной дозы облучения щитовидной железы за счет поступления I-131 в организм человека с пищевыми продуктами.

Средняя ожидаемая у жителей i -ой группы населения эквивалентная доза облучения щитовидной железы H_i за счет поступления I-131 в организм человека с пищевыми продуктами оценивается на основе результатов измерения концентрации изотопа йода в молоке. Так как значения ожидаемой H_i за счет поступления I-131 в организм человека за месяц и за год отличаются незначительно, оценивается одно его значение.

Предварительная оценка ожидаемой эквивалентной дозы облучения щитовидной железы выполняется на основе измерения концентрации I-131 в молоке, выполненных в момент времени t_1 (3-5 сут. после окончания радиоак-

тивных выпадений). Расчет значения H_i выполняются по формуле:

$$H_i = 12 \cdot h_i \cdot V_i \cdot C(t_1) \text{ мЗв}, \quad (7)$$

где - $C(t_1)$ - средняя концентрация I-131 в пробах молока, измеренная в течение 3- 5 дней после окончания радиоактивных выпадений, кБк/л; V_i - среднее суточное потребление молока представителями i -ой группы населения, л/сут. (табл. 5); h_i - дозовый коэффициент для представителей i -ой группы населения, равный:

$h_i = 3,6$ мЗв/кБк для детей возраста 1-2 года;

$h_i = 1,0$ мЗв/кБк для подростков 7-12 лет;

$h_i = 0,43$ мЗв/кБк для взрослых.

Окончательная оценка ожидаемой эквивалентной дозы облучения щитовидной железы H_i выполняется на основе не менее 3 дополнительных измерений концентрации йода в молоке $C(t_2)$, $C(t_3)$ $C(t_4)$, выполненных в течение 10-20 дней после окончания радиоактивных выпадений с интервалом 3-5 дней. Алгоритм оценки H_i на основе этих трех измерений концентрации I-131 в молоке состоит в следующем:

По результатам измерений в моменты времени t_2 , t_3 и t_4 определяется значение эффективного периода полуочищения молока за счет экологических процессов и радиоактивного распада $T1$ где t_2 , t_3 и t_4 - время, прошедшее с момента окончания радиоактивных выпадений, сут. ($t_2 < t_3 < t_4$).

На основании измерений концентрации I-131 в молоке ($C(t_2)$, $C(t_3)$, $C(t_4)$) вычисляются три значения H_i согласно выражению:

$$H_i = 1.6 \cdot h_i \cdot V_i \cdot \frac{C(t_k) \cdot (T1 - T2)}{\exp\left(-0.693 \cdot \frac{t_k}{T1}\right) - \exp\left(-0.693 \cdot \frac{t_k}{T2}\right)} \text{ мЗв} \quad (8)$$

где t_k принимает значения, соответствующие значениям t_2 , t_3 и t_4 , сут.; $T2 = 1,5$ сут.

Окончательное значение H_i рассчитывается как среднее арифметическое из трех значений, полученных по формуле (8) на основе трех измеренных значений концентрации изотопа I-131 в пробах молока.

Таблица 5

Среднее суточное потребление молока в зависимости от возраста, л/сут.

Возраст, лет	Сельское население	Городское население
1-2	0,60	0,40
8-12	0,45	0,30
более 17	0,60	0,30

Пример 2.

Определить предварительное и окончательное значение эквивалентной

дозы в щитовидной железе у взрослых жителей сельской местности по результатам измерений концентрации I-131 в пробах молока через 3, 10, 15 и 22 сут. после окончания радиоактивных выпадений: $C(3) = 4,7$ кБк/л; $C(12) = 1,9$ кБк/л; $C(15) = 0,7$ кБк/л и $C(20) = 0,41$ кБк/л.

Для решения примера 2 была составлена программа в среде Matlab.

```
>> T2=1.5;h=0.43;V=0.6;HH=0;
ct=[4.7 1.9 0.7 0.41];
H1=12*h*V*ct(1)
ti=[3 10 15 22];
T23=(ln(2)*(ti(3)-ti(2)))/ln(ct(2)/ct(3));
T24=(ln(2)*(ti(4)-ti(2)))/ln(ct(2)/ct(4));
T34=(ln(2)*(ti(4)-ti(3)))/ln(ct(3)/ct(4));
T1=(T23+T24+T34)/3;
for k=2:4
H2=1.6*h*V*(T1-T2)*ct(k);
H3=exp(-0.693*ti(k)/T1)-exp(-0.693*ti(k)/T2);
H4=H2/H3;
HH=HH+H4;
end
HHH=HH/3
H1 = 13.9320
HHH = 9.5516
```

Здесь приняты обозначения $H1$ – предварительная оценка эквивалентной дозы (мЗв), HHH – окончательная оценка (мЗв).

Оценка суммарной дозы облучения населения

Суммарная эффективная доза (доза облучения всего тела) за заданный промежуток времени у представителей i -ой группы жителей вследствие проживания на территории, подвергшейся загрязнению смесью радионуклидов, вычисляется как сумма доз внешнего облучения от радиоактивного облака и выпадений, дозы внутреннего облучения за счет ингаляции радионуклидов и дозы внутреннего облучения за счет их поступления в организм с продуктами питания

Эквивалентная доза облучения щитовидной железы за заданный промежуток времени у представителей i -ой группы жителей вычисляется как сумма доз за счет ингаляции радионуклидов йода и их поступления в организм с продуктами питания.

Литература:

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарные правила и нормативы
2. ОСПОРБ-99. Минздрав России, М.: 2000.
3. Резвая Г.Л. Радиация вокруг нас. Опасно ли это?. – Мн.: Наш город, 1998. – 128 с.

4. Усов А.Н., Яковлев В.В. Управление безопасностью природно-технических систем. – СПбГПУ, 2011. – 227 с.

Басенко В.Г.

**ПРОБЛЕМА ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕАБИЛИТАЦИИ
РАДИАЦИОННО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Деятельность различных ведомств, начиная с 40-х гг. прошлого века, привела к радиоактивному загрязнению обширных территорий севера РФ и в частности Республики Саха (Якутии). Последний «вклад» в это внесли аварийные выбросы подземных ядерных взрывов «Кристалл» (1974 г.) и «Кратон-3» (1978 г.). В течение длительного времени вопрос об экологических последствиях радиоактивного загрязнения в полной мере не рассматривался. В 2001-2002 гг. были оценены дозы внешнего и внутреннего облучения населения поселков, накрытых радиоактивным облаком, за счет изотопов цезий-137 и стронций-90, они составили 15-30 мкЗв/год. Такие оценки в предшествующие годы не проводили, а восстановить среднегодовые дозы облучения невозможно вследствие миграции радионуклидов в окружающей среде. Приведенные дозы значительно превышают средние значения (6-7 мкЗв/год) для Якутии, но они в 30-40 раз ниже допустимого предела 1 мЗв/год, установленного [1]. Возникает вопрос: а следует ли в таком случае вообще говорить о радиоактивном загрязнении рассматриваемых территорий и ликвидации его последствий? Ответ дает установленный для местного населения явный рост с 1995 по 2003 гг. заболеваний, связанных с аномалиями щитовидной железы.

Следовательно, руководствоваться при оценке опасности радиоактивного загрязнения территории во всех случаях только значениями допустимого риска [1] нельзя, необходимо следовать принципу ALARA, и даже при минимальных рисках следует рассматривать все возможные пути снижения облучения до естественного для данной местности уровня фона. Поэтому возникает проблема восстановления начального радиационного состояния загрязненных территорий. Используемый в этом случае термин – их реабилитация (восстановление, возвращение в прежнее положение). Очевидно, что только в случае реабилитации радиационно загрязненных территорий можно говорить о социально, экономически и экологически сбалансированном развитии Российской Федерации.

Ключевая роль в правовом обеспечении проблемы реабилитации радиационно загрязненных территорий принадлежит Федеральному закону [2],

которым установлены особенности государственного регулирования отношений в области разработки и реализации специальных экологических программ реабилитации радиационно загрязненных участков территории. Под специальной экологической программой реабилитации законодатель понимает программу реабилитации радиационно загрязненных участков территории, финансируемую за счет поступлений от внешнеторговых операций с облученными тепловыделяющими сборками ядерных реакторов, содержащими отработанное ядерное топливо.

В законе приводится определение радиационно загрязненного участка территории как представляющего опасность для здоровья населения и для окружающей природной среды и подлежащего реабилитации после загрязнения. Однако в законе не дано самого понятия «реабилитация радиационно загрязненного участка территории». Это приводит к тому, что отдельные статьи самого закона можно трактовать неоднозначно и они не позволяют целенаправленно вести работу по восстановлению экологического благополучия подвергшейся загрязнению территории.

Например, разработка специальных экологических программ осуществляется с учетом (в том числе): необходимости реабилитации радиационно загрязненных участков территории. Каковы критерии необходимости? Они должны быть перечислены и определены нормативные документы, в которых приводятся их пороговые значения. К этому вопросу примыкает и учет уровней радиационного загрязнения участков территории при формировании специальных экологических программ. Цель и задачи специальных экологических программ не могут быть сформулированы, если точно не определены задачи реабилитации загрязненных территорий

Финансирование специальных экологических программ в соответствии с законом осуществляется за счет валютных средств, поступающих от внешнеторговых операций с отработанными ядерными материалами после вычета затрат на обращение с материалами и продуктами их переработки. В настоящее время все работы по развитию собственно атомной энергетики в России ведет госкорпорация «Росатом». Она имеет право распределять бюджетные средства в сфере атомной энергетики и выступать заказчиком федеральных целевых программ.

Таким образом, во-первых, выделение средств на реабилитацию радиационно загрязненных территорий планируется по остаточному принципу. Во-вторых, приоритетными в осуществлении специальных экологических программ реабилитации являются территории, на которых находятся организации, осуществляющие деятельность по переработке ввозимых из иностранных государств отработанных ядерных материалов. «Старые» же загрязнен-

ные территории при наличии «новых» имеют очень мало шансов получить финансирование программ реабилитации.

С другой стороны, чрезмерное увеличение считающихся радиационно загрязненными территорий приведет к распылению средств, выделяемых на их реабилитацию и, скорее всего, к бесполезному расходованию ресурсов. Поэтому тем важнее при дефиците имеющихся средств выработать критерии необходимости реабилитации территории, учитывая и их экономическую отдачу.

Не дает определения реабилитации радиационно загрязненной территории и Федеральный закон № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от 25.06.2012). В нем говорится только о научных исследованиях в области охраны окружающей среды в целях разработки реабилитации территорий, отнесенных к зонам экологического бедствия. Не ясно, производится ли реабилитация только в зонах экологического бедствия или нет? Этот термин не упоминается и в ФЗ № 3 «О радиационной безопасности населения».

Перечень критериев нормализации радиационной обстановки промышленной площадки и санитарно-защитной зоны объекта после ее реабилитации приводится в документе [3]. В целом они основаны на требованиях [1], отражают специфику загрязнения конкретного объекта и не могут быть приняты для загрязненных территорий РС (Я).

Несмотря на неопределенность термина «реабилитация...» разрабатываются программы нормализации радиационной обстановки на загрязненных территориях. Например, в [4] одним из основных направлений государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности и одной из актуальных задач является реабилитация радиационно загрязненных участков территорий Российской Федерации.

Учитывая высокую чувствительность политики ведущих ядерных держав к проблеме ликвидации накопленного экологического ущерба и повышение международных требований к обеспечению радиационной безопасности, следует провести согласование всех нормативно-правовых актов, затрагивающих вопросы реабилитации радиационно загрязненных участков территории. С этой целью необходимо:

- дать определение термина «реабилитация радиационно загрязненных участков территории» и ввести его во все нормативно-правовые акты;
- определить критерии, определяющие необходимость реабилитации радиационно загрязненных участков территории и полноту реабилитации;
- разработать график последовательности реабилитации радиационно загрязненных участков территории Российской Федерации с учетом социально-экономических факторов;

– более четко определить источники финансирования реабилитации радиационно загрязненных участков территории с привлечением ресурсов ведомств, ответственных за нанесенный экологический ущерб, в том числе и в прошлом.

Литература

1. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009.
2. Федеральный закон от 10.07.2001 № 92-ФЗ «О специальных экологических программах реабилитации радиационно загрязненных участков территории»
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 22 июля 2005 г. № 17 «Об утверждении санитарных правил СП 2.6.1.23-05 «Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации комплекующего предприятия (СП ВЭ-КП-05)»
4. Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года (утв. приказом Президента РФ 1 марта 2012 г. № Пр-539)

Абраменко Е.И., Яковлев В.В.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РИТМИЧНЫХ ПОСТАВОК НЕФТИ ИЗ РЕЗЕРВУАРОВ

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Доставка нефти потребителям осуществляется трубопроводным, водным (в танкерах, баржах) и железнодорожным (в цистернах) транспортом. В настоящее время основные объемы нефти транспортируются по магистральным нефтепроводам.

Подачу нефти потребителям учитывают на основании данных ежедневного подсчета картограмм, а за истекший месяц - на основании актов на отпуск нефти, подписанных потребителем и поставщиком.

Основными факторами, влияющими на поставку нефти потребителям, являются:

- 1) изменение вязкости нефти ввиду изменения ее температуры или сорта;
- 2) эрозия распылительной форсунки;
- 3) колебания перепускного давления;
- 4) возможные изменения в методах распыления.

Перекачка нефти через резервуар в танкер обеспечивает мягкую передачу (т.к. в резервуарах происходит гашение волн избыточного давления, возникающих при пусках и остановках насосных агрегатов), но постоянный приток и

отбор нефти из резервуара способствуют более интенсивному испарению легких фракций.

Перекачка с подключенным резервуаром может быть осуществлена при наличии на промежуточной перекачивающей станции одного резервуара. По этой схеме, являющейся основной схемой, принятой на наших магистральных трубопроводах, нефть или нефтепродукт с подающей насосной станции поступает непосредственно на насосы последующей станции. Подключенный к трубопроводу резервуар служит буфером, сглаживающим несогласованную (несинхронную) работу поставки. Когда производительность подающей насосной станции выше последующей, излишки нефти поступают в резервуар. Если же с меньшей производительностью работает подающая станция, то последующая станция компенсирует недостаток нефти из резервуара.

В резервуар от нефтепровода нефть поступает не ритмично и в разных объемах, но из резервуара в танкер нефть необходимо выдавать как можно равномернее. Промежутки выдачи нефти могут быть различны. Для бесперебойной поставки нефти, необходимо отслеживать и определять количество нефти, поступившее в резервуар и поставленное, а так же свободный объем в резервуаре.

При выборе оптимального варианта действий (т.е. возможных объемов поставки и перекачки нефти) в задачах, связанных с неритмичными поставками, всегда задаются ограничения, которые накладываются на искомые оптимальные значения параметров или характеристик объектов.

Если рассматривать резервуар, предназначенный для перекачки нефти, то при поставках необходимо учитывать объем резервуара, его наполняемость в начальное время, максимальный объемом поступившей и поставленной нефти в различные промежутки времени. Для выбора оптимального варианта действий в данной статье решается задача о ритмичной выдаче при неритмичной поставке (заполнении резервуара).

Задачу о ритмичной выдаче нефти рассмотрим в дискретной постановке, т.е. будем считать, что все циклы заправки резервуара и слива нефти происходят по тактам в моменты времени $t=1,2,3,\dots$

Задаем необходимое условие, что количество нефти, поступившее в резервуар за n тактов не должно быть меньше количества нефти, выданной из резервуара с одной стороны, и не может превышать максимальную вместимость резервуара с другой стороны:

$$\max V \geq \sum_{i=1}^n p_i \geq \sum_{i=1}^n x_i,$$

где $x=[x_1, x_2, \dots, x_n]$ – вектор слива нефти из резервуара в танкер, м^3 ; $p=[p_1, p_2, \dots, p_n]$ – вектор поставок нефти в резервуар, м^3 ; n - число тактов; $\max V$ - емкость резервуара, м^3 ; $\min V$ - минимальное нормативное количество нефти в резервуаре, м^3 ; V_0 - Начальная загрузка резервуара $0 \leq \min V \leq V_0 \leq \max V$.

Максимально равномерная передача нефти достигается, если достигает минимума целевая функция вида:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - Mp)^2 \rightarrow \min$$

где Mp – среднее по всем компонентам вектора p .

Решение задачи производим с помощью программы Matlab для резервуара объемом 1000 м^3 , с начальным объемом нефти в резервуаре равным 100 м^3 . Рассмотрим задачу для 6 тактов поставок с различными объемами за- качки нефти. Программа расчета в среде Matlab:

Ритмичность выдачи нефтепродуктов.

```
n=6; p=[800,700,500,350,600,400]; maxV=1000;minV=100;V0=100;
Mp=mean(p); s=cumsum(p);lb=(V0-maxV)+s;ub=(V0-minV)+s;L=tril(ones(n));
invL=inv(L); TinvL=invL'; H=2*eye(n); Hnew=TinvL*H*invL; f=-2*Mp*ones(n,1);
fnew=TinvL*f; [y,fval]=quadprog(Hnew,fnew,[],[],[],lb,ub) res=fval+n*Mp^2;
Вернемся к вектору старых переменных x
x=invL*y; Mx=mean(x);
восстановление целевой функции
gres=sum((x-Mp).^2); gres =0.1582;
V=V0+cumsum(p)-cumsum(x)
среднее по всем компонентам вектора x:
Mx = 558.1814
```

Результат решения задачи отражен в таблице.

Таблица

показатель	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
$p, \text{м}^3$	800	700	500	350	600	400
$x, \text{м}^3$	558.1855	558.0873	558.1335	558.1967	558.2614	558.2237
$y, \text{м}^3$	$0.5582 \cdot 10^3$	$1.1163 \cdot 10^3$	$1.6744 \cdot 10^3$	$2.2326 \cdot 10^3$	$2.7909 \cdot 10^3$	$3.3491 \cdot 10^3$
$V, \text{м}^3$	341.8145	483.7272	425.5937	217.3970	259.1355	100.9118

В таблице: p – объем поступления нефти по этапам, м^3 ; x – объем выда- чи нефти по этапам, м^3 ; y – наращивание выдачи нефти из резервуара, м^3 ; V - остаток нефти в резервуаре после каждого цикла, м^3 ; $100,9 \text{ м}^3$ - остаток нефти в резервуаре после 6 тактов (заданный остаточный объем нефти V_0).

В исходных данных было задано начальное условие - количество нефти, поступившее в резервуар за n тактов не должно быть меньше количества

нефти, выданной из резервуара, а так же достижение максимально равномерной передачи нефти, которое соответствует минимуму целевой функции $fval = -1.8704e+006$.

Как видно из результатов решения, выполнены все начальные условия (количество нефти, поступившее в резервуар больше выданного количества нефти; остаток нефти в резервуаре составил 100,9 м³), задача решена корректно.

Данная программа о ритмичных поставках нефти позволяет планировать поставки нефти в резервуары, отслеживать уровень нефти в резервуаре, при равномерных поставках в танкер и неритмичных поступлениях в резервуар. С помощью данной задачи, возможно, определить максимальное поступление нефти, а так же варьировать объем поставок, что облегчает и ускоряет работу нефтепроводов и потребителей нефти или нефтепродуктов.

Литература

1. Очкова В.Ф. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия – СПб.: ВНУ, 2009.
2. Яковлев В.В. Экологическая безопасность, оценка риска: учебное пособие – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2008. - 465 с.

Калякин И.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ЗАДЕРЖЕК, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СКОЛЬЗЯЩЕГО ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»*

Измерения в современном мире являются неотъемлемой частью любой информационно-измерительной системы. Контроль над скоростью и временем реакции автоматизированного комплекса является весьма важным параметром, характеризующим быстродействие, оперативность обработки чрезвычайных ситуаций и безопасность комплекса в целом. В работе рассматривается процесс разложения и восстановления дискретного сигнала при помощи ортогональных базисов Добеши, и как следствие – рассматриваются вытекающие неизбежные временные задержки, возникающие при реализации алгоритма скользящего вейвлет преобразования.

Временной интервал, необходимый для пропуска граничного эффекта при старте скользящего алгоритма.

Процесс обратного вейвлет восстановления сигнала в реальном времени может служить источником ошибок восстановления исходного сигнала. При проведении этой процедуры коэффициенты искомой выборки могут быть

вычислены недостоверно, соответственно, ошибочно будет полагаться на заведомо неправильные данные. Основная проблема вызвана появлением граничного эффекта на концах выборки данных (сегмента данных), при попытке ее восстановления. Такие данные не стоит брать в расчет. В системах реального времени граничным эффектом на конце выборки можно пренебречь, т.к. предполагается, что время работы системы не ограничено во времени. Для обычного вейвлет преобразования (ВП) проблема может быть решена несколькими способами, описание которых приведено в [1]. Однако для алгоритма ВП реального времени есть и другие существенные отличия в определении количества недостоверных отсчетов.

Во-первых, входной сигнал может обладать бесконечной длительностью, что не позволяет использовать традиционные способы обработки. Для получения коэффициентов разложения требуется делить сигнал на участки равной длины (сегменты) и обрабатывать уже их (Рисунок 1). Предполагается, что для получения одного коэффициента разложения сегмент должен быть больше, либо равен длине используемого вейвлета, при этом обратному восстановлению будет подлежать уже не один, а два отсчета исходного сигнала.

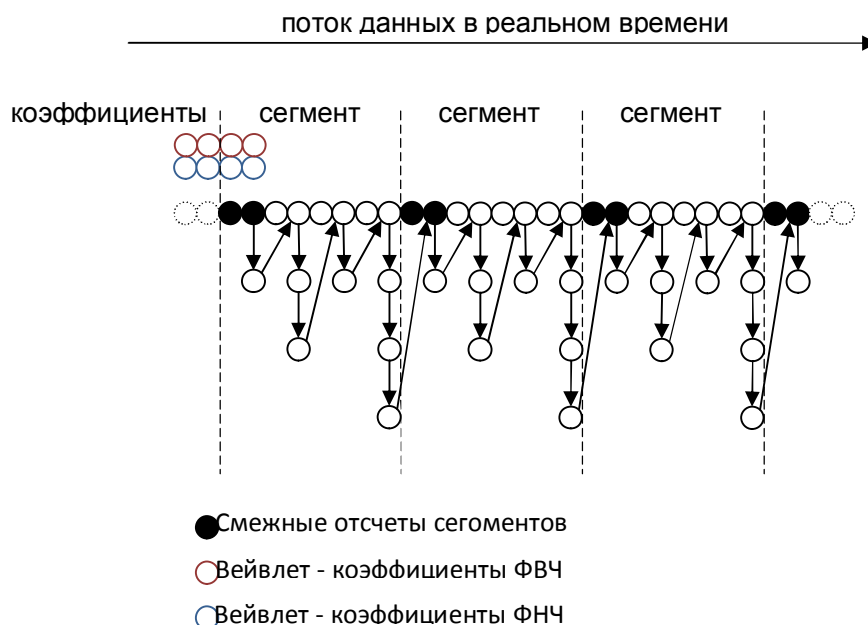


Рисунок 1. Иллюстрация демонстрирующая неизбежность задержки при получении коэффициента 3-го уровня разложения

Во-вторых, если не производить полную свертку применяемого вейвлета с сигналом (сегментом) то восстановить целиком весь первый сегмент данных предоставляется невозможным. Восстановлению не будет подлежать начало сегмента, поскольку для его восстановления требуются получить допол-

нительные отсчеты сигнала, которые не могут быть получены в текущий момент времени.

Предугадать их при работе с алгоритмом реального времени невозможно, из-за этого требуется отложить восстановление сигнала на n -ое количество отсчетов, достаточных для начала выполнения свертки с фильтром реконструкции. Это существенно существенным образом отличает методику непрерывного ВП от традиционного ВП и вносит своеобразную временную задержку в процесс фильтрации.

Необходимая временная задержка (t_n) при использовании скользящего преобразования может быть рассчитана по выведенной формуле:

$$t_n(lw, d) = (2^d - 1) \cdot lw - 2^d + 2, \quad (1)$$

где lw – длина применяемого вейвлета, а d – желаемый уровень разложения сигнала.

В таблице приведена зависимость начальной временной задержки от двух параметров – длины используемого вейвлета (lw) и глубины разложения (d) сигнала. Стоит обратить внимание, что в таблице указана минимальная задержка, требуемая для получения первого коэффициента желаемой глубины декомпозиции.

Таблица

	1 уровень	2 уровень	3 уровень
Добеши 1	2	4 ($2 \cdot 2 + 2 - 2$)	8 ($4 \cdot 2 + 2 - 2$)
Добеши 2	4	10 ($4 \cdot 2 + 4 - 2$)	22 ($10 \cdot 2 + 4 - 2$)
Добеши 3	6	16 ($6 \cdot 2 + 6 - 2$)	36 ($16 \cdot 2 + 6 - 2$)
Добеши 4	8	22 ($8 \cdot 2 + 8 - 2$)	50 ($22 \cdot 2 + 8 - 2$)

Графически это можно представить следующим образом.

Исходя из полученной зависимости, можно сделать вывод о том, что при увеличении порядка (длины) вейвлета рост временной задержки носит прямолинейный характер, когда как с увеличением уровня разложения (декомпозиции) сигнала – зависимость становится квадратичной. Это может существенно отразиться на стартовой задержке измерительного комплекса, использующего за основу процедуру скользящего ВП [2]. По этому, рекомендовано ограничиться первыми пятью уровнями разложения, и акцентировать большее внимание на форму и дину применимого вейвлета, в случае если необходимо оперативно начать обрабатывать сигнал с заранее известными частотными характеристиками.

Временной интервал, необходимый для получения восстановленной рабочей копии исходного сигнала.

Очень часто в ходе выполнения скользящей процедуры ВП, кроме расчета коэффициентов разложения, может потребоваться расчет и восстано-

ленных коэффициентов – исходной копии сигнала. Для начала процесса восстановления требуется дополнительная задержка для накопления будущих коэффициентов более низких уровней, т.к. вследствие процедуры прореживания, частота появления коэффициентов уровня d будет в 2^d раз меньше чем частота появления отсчетов измеряемого сигнала. Стоит принять во внимание тот факт, что количество отсчетов необходимых для восстановления требуется в два раза меньше чем в процессе разложения (т.е $lw/2$). Необходимые значения коэффициентов будут дополнены нулями. Поскольку нулями могут быть заполнены как четные индексы коэффициентов, так и нечетные, то и соответственно результатом единичной свертки будут являться два значения коэффициентов.

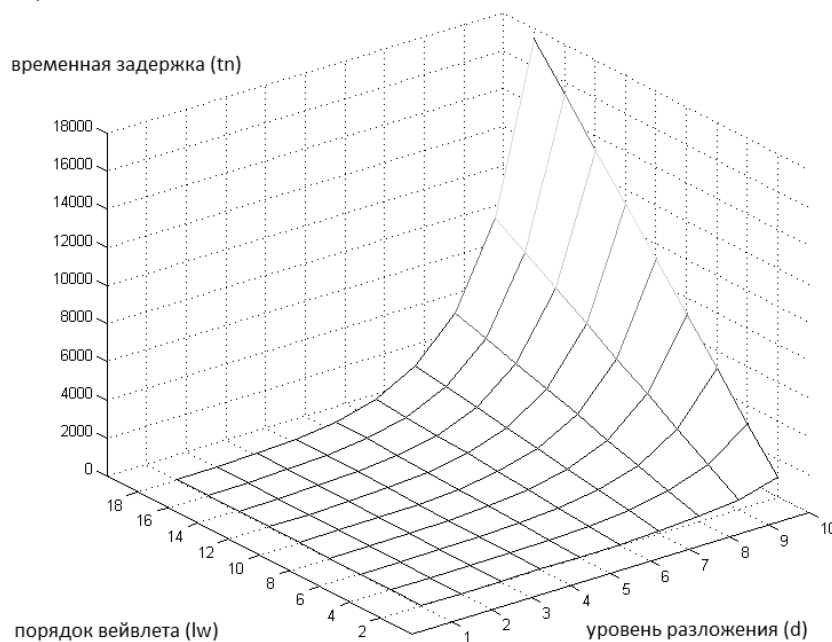


Рисунок 2. Зависимость временной задержки от уровня разложения и порядка используемого вейвлета

Предполагается, что дополнительная временная задержка непосредственно определяется из выбранного размера сегмента данных s_n (Рисунок 1), который в свою очередь выбирается из глубины желаемого разложения (d) и порядка вейвлета (lw), чтобы самый низкий уровень разложения имел достаточно коэффициентов для начала восстановления более высокого уровня:

$$s_n(lw, d) = 2^{d-2} \cdot lw \quad (2)$$

Восстановление становится возможным, только тогда когда получена выборка из $lw/2$ коэффициентов соответствующего уровня декомпозиции, после чего может быть проведена их свертка с фильтром восстановления.

Отличительной особенностью процесса восстановления является получение в два раза большего количества коэффициентов. При этом восстановлению будут подлежать предыдущие $n-lw$, $n-lw-1$ отсчеты сигнала, где n – это текущий момент времени. Более поздние отсчеты могут быть восстановлены, только после того, когда процедура дискретного разложения обработает дополнительные новые входные значения.

Задержки, образуемые при выполнении процедуры восстановления, зачастую требуют меньшего количества времени, нежели при старте преобразования, и в основном зависят от уровня разложения сигнала. Быстродействие измерительного комплекса, а именно скорость потока данных также является ключевым фактором при выборе порядка вейвлета.

Литература

1. Витязев В.В. Вейвлет- Анализ временных рядов: Учеб. пособие. - СПб.: Изд-во С.-Петерб.ун-та, 2001г. - 58с.
2. В.В. Алексеев, В.С. Коновалова, И.В. Калякин Алгоритм измерения параметров аномального сигнала с использованием скользящего вейвлет преобразования // Материалы международного конгресса «Цели развития тысячелетии» инновационные принципы устойчивого развития арктических регионов России» научно-практической конференции «Наукоёмкие и инновационные техно-логии в решении проблем прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций и их последствий» - СПб, 24-25 ноября 2011. – с. 66-73.

Климов Н.М., Королев П.Г., Царева А.В.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»*

Моделирование развития опасных технических процессов проводится с целью проверки корректности функционирования измерительных и управляющих систем, встроенных в объект. Воспроизведение всех возможных состояний процесса, включающих предаварийный и аварийный режимы в большинстве случаев нецелесообразно, поэтому с помощью специально разработанного имитатора физического процесса осуществляется формирование электрических сигналов, в соответствии с моделью поведения технологического процесса $\{S(t)\}$. В докладе описан алгоритм построения моделей динамики развития опасных технических процессов, основанный на методе деком-

позиции сложного технического объекта или процесса по пространственному или структурному принципу, что зачастую логически взаимосвязано.

1. Для каждого этапа технологического процесса, выполняющегося на объекте составляется множество измеряемых физических величин $\{F\}$ и управляемых параметров $\{C\}$, определяются диапазоны значений данных величин, характеризующие нормальное протекание процесса, предаварийное и аварийное состояние.

2. Для каждого параметра на основании анализа времени протекания этапа техпроцесса определяются значения первых производных по времени (скорость изменения параметра) с учетом вероятности выхода параметра за границу аварийной зоны. (Под аварийным состоянием понимается такое состояние техпроцесса, при котором будет превышено значение предельно допустимого выброса).

3. С учетом критерия эффективности

$$M = \sum(E_i \times k), k \in \{0,1\},$$

где E_i = штрафы за отклонения режимов, допущенные ИУС при управлении техпроцессом, k – признак наличия события, формируется таблица штрафов за нахождение в предаварийном и аварийном режиме.

4. Составляется перечень состояний техпроцесса и строится логико-математическая модель (граф состояний), позволяющий проанализировать техпроцесс с точки зрения полноты понимания концепции. При этом формируется полное множество состояний и возможных переходов. Для оценки эффективности работы техпроцесса и корректности работы измерительной и управляющей подсистем составляется таблица штрафов для всех случаев нахождения системы в предаварийном и аварийном состоянии. Значения делают допустимым не более двух выходов процесса в предаварийный режим и позволяют сделать вывод о непригодности к эксплуатации ИУС и техпроцесса хотя бы при одном переходе в аварийный режим. В качестве примера рассмотрим технологический процесс термического уничтожения отходов [1]. Структура системы двухстадийной инсинерации схематично представлена на рис.1.

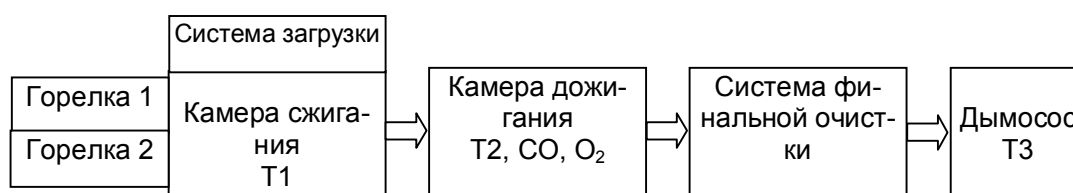


Рис. 1

Логико-математические модели процесса в целом и стадии сжигания рассматривались ранее [2]. Более подробно рассмотрим состояния технологиче-

ского процесса на стадии окончательной очистки. Граф состояний ИИС на данной стадии представлен на рис. 2.

Измерительная и управляющая система на данной стадии должна осуществлять контроль технического состояния подающего и отводящего транспортеров активированного угля, а также измерение температуры дымовых газов с целью предотвращения появления конденсата и перехода в неэффективный (предаварийный) режим работы.

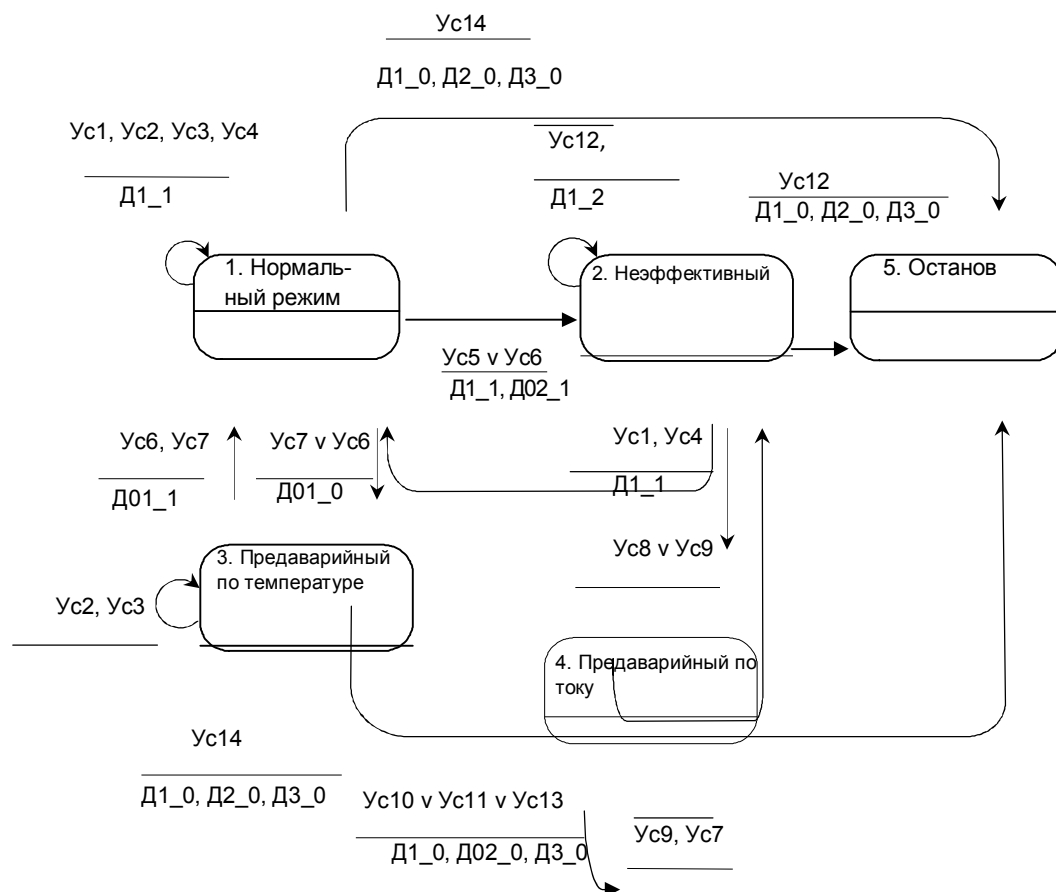


Рис. 2.

Здесь в числителе – выполнение условий перехода, в знаменателе – действия при переходе.

- $Yc1 - 140^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}; Yc2 - |T'| < |T'_{max}|$
- $Yc3 - I_{n \min} < I_n < I_{n \max}; Yc4 - I_{o \min} < I_o < I_{o \max};$
- $Yc5 - 130^{\circ}\text{C} < T < 140^{\circ}\text{C} \vee Yc6 - |T'| > |T'_{max}|;$
- $Yc7 - 150^{\circ}\text{C} < T < 170^{\circ}\text{C};$
- $Yc8 - (I_n < I_{n \min}) \vee (I_n > I_{n \max});$
- $Yc9 - (I_o < I_{o \min}) \vee (I_o > I_{o \max});$
- $Yc10 - (I_n < I_{n \text{ кр } \min}) \vee (I_n > I_{n \text{ кр } \max});$
- $Yc11 - (I_o < I_{o \text{ кр } \min}) \vee (I_o > I_{o \text{ кр } \max});$

Ус12 – время нахождения в неэффективном режиме $t_a > t_{в1}$ (время начала вредного воздействия);
 Ус13 – время нахождения в предаварийном режиме по току режиме $t_{па} > t_{в2}$;
 Ус14 – $T > 200$ °С;
 Д1_0 – выключение горелки фильтра;
 Д1_1 – включение горелки фильтра (уровень 1);
 Д1_2 – включение горелки фильтра (уровень 2);
 Д2_1, Д2_0 – включение/выключение подающего транспортера;
 Д3_1, Д3_0 – включение/выключение отводящего транспортера;

Контроль технического состояния подающего и отводящего транспортеров осуществляется посредством измерения тока потребления приводов, для чего на стадии разработки и испытаний устанавливаются номинальные значения для нормального функционирования, минимальные и максимальные значения, задающие предаварийный режим работы и критические значения для аварийного режима. Значения штрафов для стадии окончательной очистки приведены в табл. 3.

Таблица 3

№	Штрафная ситуация	Условие в соотв. с графом	Продолжительность	Базовая величина штрафа
1.	Переход в неэффективный режим	Ус5 v Ус6	-	0,09
2.	Переход в предаварийном режиме по температуре	Ус4 v Ус5	-	0,09
3.	Нахождение в предаварийном режиме по току (4) более установленного времени	Ус13	$t_j > t_{доп2}$	0,21
4.	Аварийный режим по температуре	Ус14	$t > 0с.$	0,22
5.	Аварийный режим по току	Ус10 v Ус11	$t > 0с.$	0,21

В данном примере пороговое значение 0,20 делает допустимым не более четырех переходов в неэффективный или предаварийный режимы и недопустимым любую из ситуаций 3 ...5.

Разработанный алгоритм построения моделей динамики развития опасных технических процессов применим для различных предметных областей, в которых необходимо проводить испытания измерительных и управляющих систем сложными техническими объектами.

Литература

1. В.В. Алексеев, А.Д. Чарнецкий, П.Г. Королев, К.О. Комшилова, В.С. Коновалова, Р.Ю.Марченков. ИИС контроля и управления технологическим

процессом термического уничтожения отходов. СПб.: Известия СПбГЭТУ 2011, №4, с. 65 – 73.

2. Гаврилов В.В., Иващенко О.А., Королев П.Г., Чернышова И.С. Логико-математическая модель технологического процесса. Труды Всеросс. конгресса. «Цели развития тысячелетия и инновационные принципы устойчивого развития арктических регионов России» - СПб., 29 ноября 2012.-С. 162 – 166.

Гаврилов В.В.

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОКОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

НПК «ЛенПромАвтоматика»

В последнее время всё большее внимание уделяется освоению альтернативных источников энергии, в частности альтернативы бензиновому и дизельному топливу. Одним из таких источников является газомоторное горючее.

Этому способствует принятые не так давно изменения в Федеральном законе «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности». Данный документ призван стимулировать производство и применение газомоторного топлива и топливных газовых смесей, а также разработку, изготовление и широкое внедрение транспортных средств, работающих на этом виде горючего. Достаточно востребованным газомоторным горючим на данный момент является метан. Его подготовка для использования транспортными средствами – сложный технологический процесс, обеспечивающийся комплексом различного оборудования.

К основному узлу станций, занимающихся такой подготовкой, можно отнести газокomppressorную установку. От качества её работы и технического состояния будут зависеть энергозатраты, чистота компрессируемого газа, а так же безопасность технологического процесса. Своевременное обслуживание компрессорных установок позволит снизить вероятность поломки оборудования, аварии станции или некорректной работы. Однако, иногда частичный или полный отказ происходит до наступления планового ТО. В таком случае целесообразно применение систем мониторинга параметров, а также алгоритмов, способных по этим параметрам определять степень износа рабочих частей компрессора.

Данный доклад посвящён анализу взаимосвязи технического состояния и параметров, измеряемых встроенной в объект ИИС (информационно измерительной системой).

Для количественной оценки технического состояния машины необходимо применение инструментальных методов диагностирования. В настоящее время определен комплекс параметров, которые характеризуют техническое состояние основных узлов и систем компрессорного оборудования [1].

Параметрическая диагностика (по термогазодинамическим параметрам) широко применяется при контроле состояния проточной части центробежных машин, цилиндро-поршневой группы и клапанов поршневых машин, негерметичность уплотнений. В качестве диагностических признаков используются параметры давления и температуры газа ступеней компрессора, его производительность, температура охлаждающей воды в холодильниках, рубашках цилиндров, ее расход, ток, потребляемый электродвигателем из сети [2, 3].

Далее будет рассмотрен параметрический метод диагностики. Основные параметры с их размерностью и возможным диапазоном значений для компрессорных установок по сжатию метана приведены в таблице 1.

Эффективным методом диагностирования состояния трущихся деталей является анализ продуктов износа в смазочном масле (трибодиагностика).

Для контроля деградационных процессов деталей машин и элементов конструкций оборудования нашел распространение метод поверхностной активации (МПА) разработанный в МГТУ им. Н.Э. Баумана, ГНЦ РФ Физико-энергетического института (г. Обнинск) и других научно-исследовательских институтах [2, 3].

Таблица 1. Перечень измеряемых величин.

Измеряемый параметр	Размерность	Диапазон измерения	Относительная погрешность датчика, %	Допустимая относительная погрешность канала измерения, %
Т антифриза	°С	0-200	0,1	0,5
Т газа на ступенях	°С	0-200	0,1	0,5
Т масла картера	°С	0-200	0,1	0,5
Р газа на ступенях	МПа	0-6/0-16/0-25/0-40	0,1	0,5
Р масла	МПа	0-0,6	0,1	0,5
Р газа в картере	МПа	0-0,25	0,1	0,5
Давление наддува в ЭД	кПа	0-0,4	0,1	0,5

Для контроля технического состояния узлов машинного оборудования и трубопроводов нагнетателей подходит вибрационный метод. Дефект какого-либо узла, который подвергается механическому воздействию со стороны движущихся частей или потока пульсирующего газа, характеризуется индивидуальным "вибрационным портретом".

Погрешность канала измерения характеризуется погрешностью датчика, погрешностью масштабирования и аналого-цифрового преобразования измерительной системы.

В таблице 2 приведены показания давления на ступенях компрессора, снятых с датчиков и с отображающего устройства.

Таблица 2.

Давление газа на выходе датчика и на выходе измерительной системы.

а) при работающем компрессоре.

Давление газа	Показания датчика	Показания измерительной системы	Абсолютная погрешность Δ
Р газа 1й ступени	0,661 Мпа	0,661 Мпа	0,000 Мпа
Р газа 2й ступени	2,337 Мпа	2,336 Мпа	0,001 Мпа
Р газа 3й ступени	4,516 Мпа	4,51 Мпа	0,006 Мпа
Р газа 4й ступени	9,126 Мпа	9,11 Мпа	0,016 Мпа

б) при неработающем компрессоре.

	Показания ПИП	Результаты измерения	Абсолютная погрешность Δ
Р газа 1й ступени	0,681 Мпа	0,676 Мпа	0,005 Мпа
Р газа 2й ступени	0,684 Мпа	0,660 Мпа	0,024 Мпа
Р газа 3й ступени	0,650 Мпа	0,630 Мпа	0,020 Мпа
Р газа 4й ступени	2,875 Мпа	2,840 Мпа	0,035 Мпа

Требования к точности измерительного канала определяют погрешность на уровне 5%, исходя из того, что датчика имеет погрешность в 0,1 %, погрешность остальных узлов, участвующих в преобразовании сигнала не должна превышать 4%. Результат измерения отличается от показаний ПИП более чем на 4%, следовательно, он не удовлетворяет заявленной точности. Избежать этого позволяет введение поправки с аддитивной и (или) мультипликативной составляющей. Из таблицы 2 б) видно что давление газа на четвёртой ступени повышено – это говорит о том, что стравливает запирающий клапан.

Части компрессорной установки, наиболее влияющие на её работу – это цилиндр, поршень, клапан, крейцкопф, шатун, кривошип и прокладки. На рисунке 1 изображена зависимость отказов различных частей компрессора

от поведения измеряемых параметров. Данная зависимость справедлива для поршневых компрессоров со смазкой.

Для определения технического состояния исследуемого объекта необходимо сравнить его показатели с показателями идеального объекта при аналогичных режимах работы. В качестве идеального объекта может выступать совершенно новая и исправная компрессорная установка.

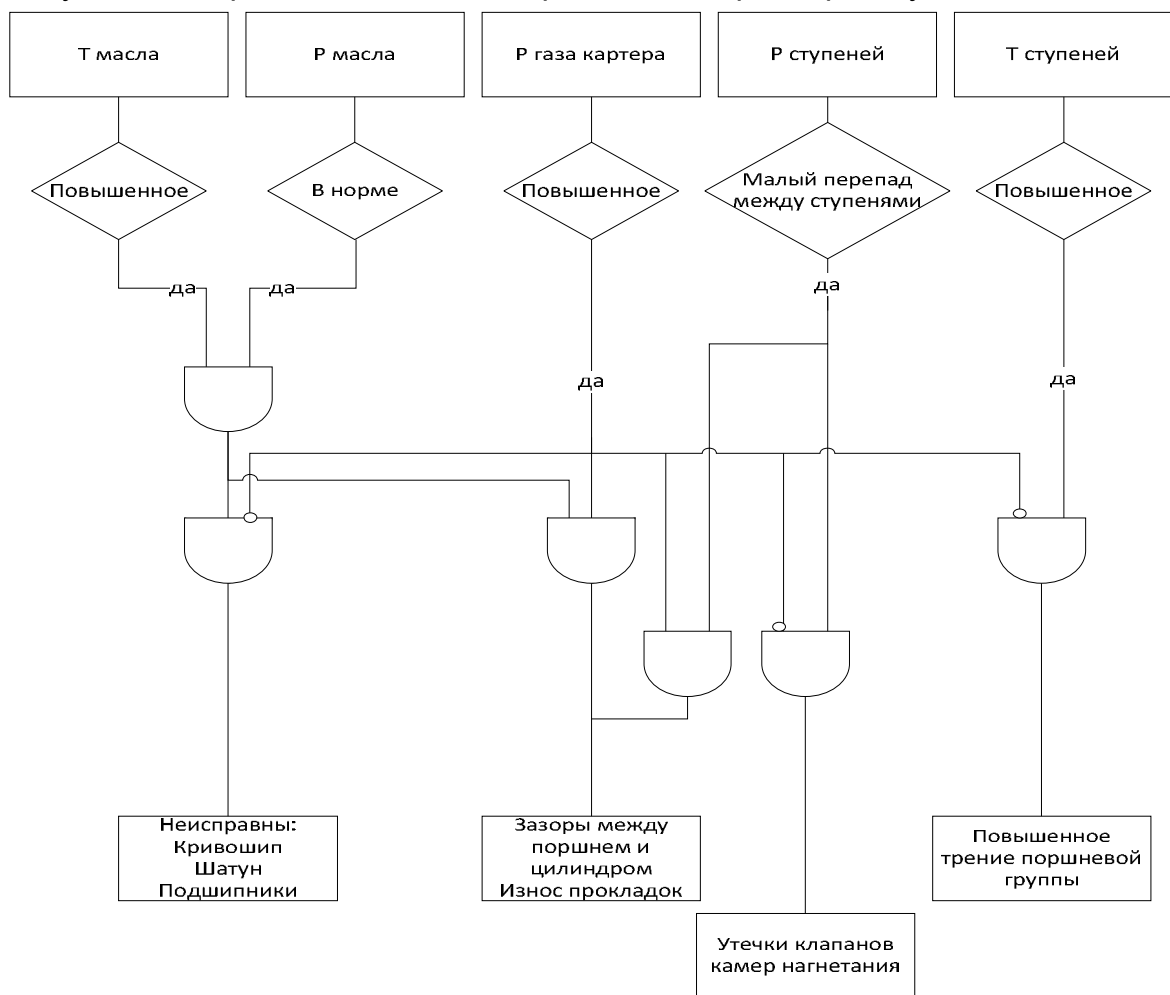


Рис. 1 – Зависимость видов отказов от характера изменения параметров работы компрессора.

Таким образом, данный анализ параметров позволяет определить техническое состояние работы газоконпрессорной установки, обеспечить безопасность технологического процесса подготовки газомоторного горючего, а так же контролировать эффективность работы и постепенный отказ оборудования.

Литература

1. Гриб В.В. Соколова А.Г., Еранов А.П., Давыдов В.М., Жуков Р.В. «Анализ современных методов диагностирования компрессорного оборудования нефтегазохимических производств» журнал -

"Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт", 2002г., №10, С.57-65.

2. Постников В.И. Исследование и контроль износа машин МПА.- М.: Атомиздат, 1973.-167с.

3. Соковиков В.В., Константинов И.О. Мониторинг малых скоростей изнашивания и коррозии методом радиоиндикаторов.- Обнинск: ГНЦ РФ ФЭИ, 2000.- 28с.

Богданов Д.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ И НАВИГАЦИИ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Большая часть используемых в настоящее время радиотехнических комплексов работают в относительно узкой полосе частот и в качестве несущего колебания для передачи сообщения используют гармонические сигналы. Однако хорошо известно, что именно ширина полосы частот определяет информационную емкость канала связи и целый ряд других качественных показателей системы. В связи со стремительным развитием связи и телекоммуникации, а также бурным ростом информационных потоков, проблема нехватки емкости канала становится все более актуальной как для радиосвязи, так и для радионавигации.

Возможным решением поставленной задачи, помимо силового увеличения мощности передатчика, является использование сверхширокополосных (СШП) сигналов, уже нашедших широкое распространение в беспроводной технологии связи и системах позиционирования на малых расстояниях. В сообществе разработчиков подобных систем приняты два возможных определения понятия термина СШП-сигналов: в России таковыми считаются сигналы, у которых верхняя граница полосы частот более чем в два раза превышает нижнюю границу. А Федеральная комиссия по связи США, сверхширокополосными предлагает считать сигналы с относительной шириной полосы не менее (20...25) %, либо сигналы с абсолютной шириной полосы более 500 МГц. Сверхширокополосные сигналы могут быть сформированы либо сверхкороткими и хаотическими импульсами, либо OFDM или ЛЧМ-сигналами. В разных странах выделены определенные частоты для безлицензионного использования сверхширокополосных сигналов. В Российской Федерации выделен диапазон (2,85...10) ГГц, в США (3,1...10,6) ГГц, в Евросоюзе (6...8) ГГц.

При этом спектральная плотность мощности СШП передатчика при работе в помещении не должна превышать $(-47...-45)$ дБм/МГц и $-41,3$ дБм/МГц в Российской Федерации и в США с Евросоюзом соответственно. Применение сверхширокополосных сигналов в диапазоне $(3...10)$ ГГц регламентировано стандартами: IEEE 802.15.3a, IEEE 802.15.4a, IEEE 802.15.6.

СШП технология нашла широкое применение во многих областях науки и техники, например **радиолокационных датчиках комплексов контроля доступа; системах геолокации**, подповерхностного зондирования почвы, определения положения уровня грунтовых вод, границ распространения полезных ископаемых в карьерах; в датчиках уровня, **дальномерах и высотомерах; интеллектуальных системах предотвращения столкновений и управления движением транспорта; системах радиозрения** для различных технических объектов и роботов; **в медицинских приложениях**, для дистанционной диагностики сердечной деятельности и дыхания людей.

Одним из перспективных направлений для арктических регионов будет применение СШП технологии в датчиках уровня, дальномерах и высотомерах: для определения глубины снежного покрова, ледового покрова; для определения уровня различных жидкостей и сыпучих тел в цистернах, баках с высокой точностью; для определения расстояния до объектов при различных технологических операциях. Также весьма перспективным является применение продукции в интеллектуальных системах предотвращения столкновений и управления движением транспорта: для определения дистанции между транспортными объектами (автомобилями, вагонами, самолетами, морскими судами) и предупреждения о столкновении; для сбора данных об окружающих транспортных средствах и препятствиях в перспективных интеллектуальных системах управления движением транспорта; для предотвращения столкновений летательных аппаратов (вертолетов, БПЛА) с малозаметными препятствиями (проводами ЛЭП и др.).

Также важное значение в развитие Арктики будет нести использование сверхширокополосных систем местоопределения, контроля и слежения за объектами в режиме реального времени с использованием пассивных или активных тэгов (радиочастотных датчиков-идентификаторов). Тэги существующих систем имеют радиус покрытия порядка 200 метров на открытой местности и до 50 метров в помещениях. При заданных расстояниях точность позиционирования достигает порядка десяти сантиметров. Частота обновления информации о местоположении потребителей варьируется от долей до десятков Герц. Системы устойчивы к помехам от приборов, работающих в ISM диапазоне, выделенном для промышленных, научных и медицинских целей, и к многолучевому распространению. Датчики имеют миниатюрные размеры и

легко комплексируются с другими портативными устройствами. Подобные локальные навигационные системы позволят в режиме реального времени вести мониторинг на нефтяных и газовых платформах Арктики и своевременно предотвращать чрезвычайные ситуации. Также данные системы позволят жителям крайнего севера и спасательным службам при поисковых работах, в условиях метели и отсутствия видимости, знать свое точное местонахождение, тем самым сокращая вероятность гибели человека, оставшегося один на один со стихией.

Не менее перспективным направлением сверхширокополосной радиолокации является создание радиолокаторов малой дальности для обнаружения людей за радиопрозрачными препятствиями (в завалах, за стенами зданий, скрытых растительностью). Такие радиолокаторы позволяют по мельчайшим движениям, характерным для человека, определять наличие человека за оптически непрозрачными преградами. Сверхширокополосная радиолокация позволяет выполнять эту задачу скрытно. Эти свойства сверхширокополосной радиолокации могут быть использованы, как для специальных задач связанных, например, с охранной и разведывательной деятельностью, так и при проведении спасательных работ.

Большой интерес представляет использование сверхширокополосной радиолокации в медицине и психофизиологии. Например, для таких задач как, дистанционный мониторинг дыхания и сердцебиения человека и безконтактный неинвазивный мониторинг функционального состояния сосудистой системы. И это далеко не все применения сверхширокополосной технологии, которые могут помочь в развитии арктических регионов.

Качанов Б.Я., Любомиров А.М., Любомиров Я.М.

ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ АКТИВНЫХ ИЛОВ И СОЗДАНИЕ СОПУТСТВУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БАЗЫ

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ», НИИ «Прогноз»*

В ряде крупных городов активные илы, являющиеся отходами станций аэрации, представляют серьезную экологическую проблему, решение которой можно считать одной из основных задач. Транспортировка такого сырья затруднена в связи необходимостью приобретения специализированного транспорта и наличия лицензии на право обращения с отходами. Кроме этого складирование их на полигонах практически невозможно в связи с большими сроками разложения илов и возможностью попадания стоков в грунтовые воды. В

связи с этим процесс утилизации активных илов должен быть организован с учетом перечисленных особенностей и при минимальных сроках их обработки.

В основу утилизации может быть положен процесс их сжигания после предварительной подготовки и при использовании средств очистки отходящих газов. В первую очередь необходимо снизить уровень влажности исходного материала, что можно выполнить при смешении илов с одним из компонентов, имеющих существенно более низкую влажность, чем илы. Таким компонентом может быть специально подготовленный торф. Подготовка торфа требует больших затрат тепловой и электрической энергии. Потребление энергии от внешних источников делает утилизацию илов экономически не выгодной и в определенном смысле бесполезной, независимо от стоимости утилизации одной тонны активного ила. Таким образом, источник тепловой и электрической энергии должен быть собственным, позволяющий организовать технологический процесс утилизации илов. Кроме этого возможна организация сопутствующих производств на основе собственной энергетической установки, что позволит сделать комплекс рентабельным.

Выбор энергетического оборудования в основном определяется сырьевой базой, а также потребностью энергии для утилизации отходов и работы сопутствующих производств. Это накладывает дополнительные требования, связанные с необходимостью выбора энергоемких технологических процессов, включающих в себя процессы удаления влаги в большом объеме из исходного сырья для сопутствующих производств. К таким технологиям можно отнести получение высокоактивных мелкодисперсных пищевых биокорректоров из ягодного, плодоовощного, лекарственного и растительного сырья, а также мелкодисперсных сорбентов на основе торфа.

Многолетний опыт эксплуатации различного вида энергетических установок показал, что наиболее эффективным вариантом для создания автономной энергетической базы является применение малых паровых турбогенераторных установок мощностью до 5 МВт. При работе энергетической установки одновременно с производством электроэнергии получается пар требуемой кондиции для обеспечения работы основного и сопутствующих производств. В этом случае для привода электрогенераторов целесообразно использовать конденсационные турбины или турбины с противодавлением. Все типы турбоагрегатов могут обеспечивать дополнительный отбор пара на теплофикационные и промышленные нужды. Выбор котла определяется видом топлива, диапазоном изменения нагрузок, ограничениями по выбросу газов и видом топлива. В данном случае в качестве основного топлива используется смесь предварительно подготовленного торфа и активных илов. Для функ-

ционирования котла и минимизации экологических рисков на станции необходим ряд важнейших систем: система топливоподготовки и теплоподачи; система химической водоочистки; система удаления золы и шлака; система очистки дымовых газов.

Отличительными особенностями данного оборудования являются:

- малые габариты установки при достаточной производительности;
- автоматизация подготовки основного топлива и подачи его в топку;
- надежная защита персонала благодаря автоматизации процессов;
- степень загрязнения окружающей среды зависит от степени загрязнения исходного сырья. Эта задача решается системой газоочистки.

Выход основного оборудования на рабочий режим не превышает 2 часа. Предусматривается максимальная механизация работ по приему, подготовке и переработке отходов, оптимизация электрических и температурных параметров, визуальная сигнализация рабочих режимов оборудования энергетического модуля и другие аналогичные меры, обеспечивающие безопасность, устойчивость и экономичность работы оборудования. Расположение перерабатывающего комплекса должно быть в непосредственной близости от мест хранения илов. Наличие сопутствующих производств позволяет в полной мере использовать преимущества автономной энергетической базы и уйти от затрат на энергоносители.

Сопутствующие производства.

Производство биокорректоров.

В настоящее время биокорректоры достаточно широко распространены, но обладают неоспоримым недостатком, к которому следует отнести линейные размеры частиц получаемого продукта. Применение криогенной техники или других видов конвективных сушильных агрегатов не позволяет снизить относительную влажность исходного сырья ниже 10%. Это приводит к тому, что линейные размеры получаемых традиционными методами частиц не могут быть менее 10-15 мкм, а в ряде случаев достигают и 150 мкм. В свою очередь, указанные линейные размеры определяют активную поверхность порошков, а следовательно и скорость их усвоения организмом человека. Одним из условий получения мелкодисперсных высокоактивных порошков является снижение относительной влажности исходного сырья до значений близких к 1%. Необходимо отметить, что повышение температуры сушки до значений, превышающих 40-50 °С, отрицательно сказывается на качестве получаемого продукта, так как большинство витаминов при этой температуре разлагаются. Уход на более низкую температуру, также не приводит к принципиально лучшему результату. Влажность исходного продукта остается значительной, затраты энергии для получения исходного продукта остаются весьма

значительными, а качество биокорректоров не улучшается. Таким образом, основной задачей при производстве биокорректоров является получение исходного сырья с относительной влажностью менее 1-2% при обработке его при температуре, не превышающей 40-50 °С, что в дальнейшем обеспечивает возможность при использовании дезинтеграторов получить мелкодисперсные порошковые биокорректоры с размером зерна не более 0,2-0,5 мкм. Это позволяет обеспечить удельную поверхностную поверхность материала, превышающую десятки квадратных метров на один грамм продукта.

В этом случае:

- полностью сохраняются все биологически активные вещества;
- увеличивается концентрация питательных биологически активных веществ и биологическая ценность исходного продукта;
- повышается, благодаря резкому увеличению удельной поверхности порошков биокорректоров, усвоение биологически активных веществ готового продукта организмом человека;
- увеличивается поверхностная и сорбционная активность мелкодисперсных порошков;
- исключаются процессы спекания и комкования готового продукта;

В соответствии с выше сказанным, наиболее перспективным методом получения высокоактивных мелкодисперсных пищевых биокорректоров из ягодного, плодовоовощного, лекарственного и растительного сырья, является использование метода вакуумно-диэлектрической сушки исходного материала. В основу технологического процесса положено взаимодействие диэлектрика, каковым является исходный материал, с переменным электрическим полем. Поляризация диэлектрика будет изменяться с изменением частоты электрического поля. При дипольной поляризации это изменение происходит с определенным трением частиц, а следовательно с выделением энергии непосредственно в обрабатываемом материале при условии, что он обладает определенной влажностью. Таким образом, количество выделенной энергии зависит от частоты электрического поля и от свойств диэлектрика, характеризующихся величиной диэлектрической проницаемости и углом поглощения энергии.

Следующим обязательным моментом является использование вакуумной системы, позволяющей проводить процесс интенсивной сушки при пониженной температуре, что положительно сказывается на сохранности биологически активных веществ. В этом случае температура кипения содержащейся в материале влаги снижается до 20-30 °С и процесс сушки не влияет на состояние витаминов, макро- и микроэлементов, и других биологически активных веществ.

Полученное таким методом исходное сырье характеризуется отсутствием связанной влаги, удаление которой другими способами невозможно или требует больших затрат энергии и времени. Наличие в исходном сырье относительной влажности менее 2% позволяет при размоле получать мелкодисперсные порошки с размером зерна не более 0,2-0,5 мкм.

Таким образом, принципиальная схема переработки сырья включает в себя следующие основные составляющие: склад исходного сырья; участок предварительной сушки; участок вакуумно-диэлектрической сушки, планетарный дезинтегратор, а также этап расфасовки готовой продукции.

Производство мелкодисперсных сорбентов.

Загрязнение земной поверхности и водоёмов связано с производственной деятельностью человека. Для улучшения экологии окружающей среды необходимо проводить работы по очистке таких территорий для дальнейшего их использования. Одним из способов удаления нефтепродуктов является применение поверхностных сорбентов, позволяющих сконцентрировать в себе углеводороды за счет развитой внутренней поверхности. В качестве такого сорбента можно использовать торф, по запасам которого Россия занимает одно из ведущих мест в мире.

Применение торфа в качестве сорбента, возможно после определенной его подготовки, а именно при использовании торфа в виде пористого мелкодисперсного порошка с большой удельной поверхностью. Последнее может быть достигнуто на основе применения высокоактивных мелкодисперсных порошков, полученных из торфа с его предварительной обработкой. Основным условием интенсификации процесса очистки является наличие большой удельной поверхности порошка. Получаемые из торфа по традиционной технологии сорбенты, с использованием процесса карбонизации не обладают указанными свойствами, поэтому сырье подвергают дополнительному измельчению, а затем активации для получения необходимой структуры частиц. Удаётся получить порошок с размерами частиц в единицы микронов.

Дисперсные системы различаются по размеру частиц дисперсной фазы или по относительной площади межфазной поверхности к объёму дисперсной фазы. В грубодисперсных системах частицы имеют размеры от 5 мкм и больше. При этом удельная поверхность их не превышает $1 \text{ м}^2/\text{г}$. Тонкодисперсные материалы обладают размером частиц от 10 нм до 1 мкм и, следовательно, их удельная поверхность существенно больше, что способствует эффективной сорбции углеводородов за счет развитой поверхности материала. Таким образом, необходимо получить в качестве исходного материала для последующей обработки тонкодисперсный порошок, позволяющий в дальнейшем уйти от измельчения карбонизата перед получением специфических структур

путем их термической модификации. При существующих технологиях размер частиц после измельчения находится в интервале от 0,4 до 1,0 мкм.

Использование тонкодисперсных порошков, полученных благодаря предварительной подготовке исходного сырья, позволяет существенно повысить качество сорбента из торфа и обеспечить более эффективную утилизацию нефтепродуктов с поверхности земли или водоёма.

Королев П.Г., Кузьмина Н.А., Романцова Н.В., Царева А.В.

КОМПОНЕНТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Санкт-Петербургский Государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ»*

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Технологические процессы характеризуются большим количеством параметров, изменяющихся во времени, причем для целей управления и предотвращения выхода процесса из нормального режима, при котором вредное воздействие на окружающую среду минимально, необходимо осуществлять синхронные изменения с датированием. Для этих целей применяются многоканальные измерительные системы [1], работающие по заранее составленному расписанию. Измерительным экспериментом управляет центральный вычислитель системы и при запуске нескольких каналов на измерение на одном такте синхронизации возникает погрешность датирования и явление, называемое «дрожанием частот опроса» [2]. Доклад посвящен структурным решениям, позволяющим уменьшить погрешность, обусловленную данной причиной.

Если в задании на эксперимент отсутствуют сигналы с жесткой привязкой ко времени (результат измерения которых чувствителен к фазовому сдвигу относительно начала кадра синхронизации системы), в [3,4] обозначались $t = 0$, то на каждом шаге выполнения алгоритма назначаемый на i модуль сигнал впоследствии будет измеряться с постоянным фазовым сдвигом. При наличии в задании сигналов с $t \neq 0$, они распределяются по входам измерительной системы в первую очередь. Вследствие этого при последующем назначении сигналов с $t = 0$, возникает явление, называемое «дрожание частот опроса» [2], и в структуре, представленной на рис. 1. уменьшить погрешность от этого явления невозможно, так как все модули запускаются программно. Для минимизации погрешности датирования возможны следующие структурные решения: применение измерительных модулей с аппаратным тактированием моментов запуска (автономной коммутацией).

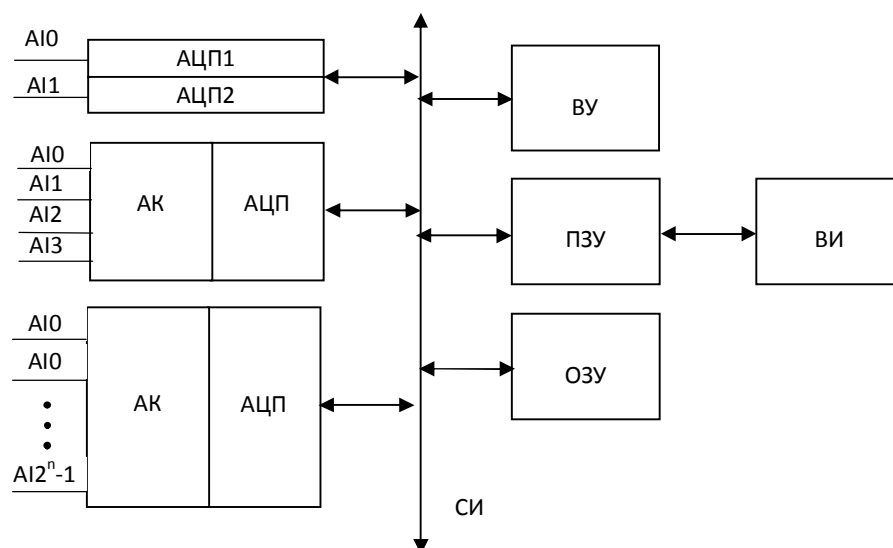


Рис. 1

Здесь AI – аналоговый вход, АК – аналоговый коммутатор, АЦП – аналого-цифровой преобразователь, ВУ – вычислительное устройство, СИ – системный интерфейс, ВИ – внешний интерфейс с подсистемой верхнего уровня или оператором.

Существует два варианта решения задачи:

- 1) модули с аппаратным тактированием и равной частотой коммутации.
- 2) модули с аппаратным тактированием и программируемыми частотами коммутации.

Модуль с аппаратным тактированием теоретически может быть запущен в течение $T_{\text{И}}$ один раз, и потребуется только обеспечить считывание результатов в конце тактов синхронизации, однако возникает другой источник погрешности – неравенство длительности тактов синхронизации, формируемых ИИС и формируемых внутри ИМ его счетчиком-делителем. Большинство современных ИМ, относятся ко первому типу.

Такой ИМ программируется на все время $T_{\text{И}}$ и осуществляет циклический запуск измерений по всем каналам. В ряде случаев возможен выбор частоты синхронизации для группы каналов. При использовании аппаратного запуска измерений есть возможность ограничить погрешность датирования системы (значение функции штрафов) одним запуском (первый в серии измерений за $T_{\text{И}}$).

Погрешность датирования при измерениях сигналов модулем с аппаратным тактированием определяется не фиксированным временем процедуры запуска, обусловленной быстродействием интерфейсной части системы, а расхождением частот синхронизации главного вычислителя системы и частоты синхронизации ИМ. Пусть $f_{\text{И}}$ – частота тактирования измерительной под-

системы, определенная на основании требований задания на измерительный эксперимент S .

Обозначим частоты головного вычислителя системы f_z и измерительного модуля f_{mm} . Погрешность датирования при измерении модулем с аппаратным тактированием будет определяться соотношениями $f_z/f_{\text{и}}$ и $f_{mm}/f_{\text{и}}$ и расхождением f_z и f_{mm} . Разность соотношений $f_z/f_{\text{и}}$ и $f_{mm}/f_{\text{и}}$ определяет точность формирования $f_{\text{и}}$ и, по сути является погрешностью дискретности. Любое расхождение f_z и f_{mm} при их номинальном равенстве придает погрешности датирования мультипликативный характер, т. е. она будет нарастать к концу $T_{\text{и}}$.

На рисунке 2 представлена структура ИМ с автономным аппаратным тактированием.

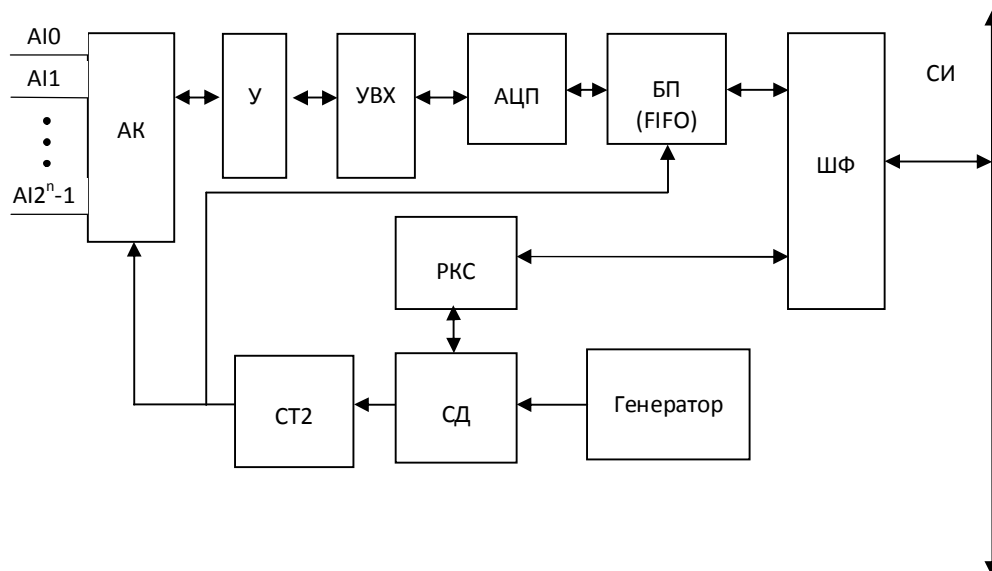


Рис. 2

Данная структура состоит из аналогового коммутатора включает аналоговый коммутатор АК, усилитель У, устройство выборки и хранения, АЦП, буферную память типа FIFO, регистр команд и состояний ПКС, Генератор, счетчик-делитель СД и двоичный счетчик СТ2. Схема аппаратного тактирования, включающая генератор, счетчик-делитель, и двоичный счетчик позволяет осуществлять запуск всех аналоговых каналов с одинаковой частотой. В целях уменьшения погрешности датирования использование данной структуры возможно, т.к. выдвинуто требование кратности частот, и все сигналы могут быть измерены с частотой наиболее высокочастотного, однако при этом возникают следующие проблемы:

- возрастает нагрузка на интерфейс;

- тратится время процессора на пересылку данных;
- возрастает потребление.

В зависимости от требований к быстродействию (и возможностей АЦП) возможны две реализации ИМ с программируемыми частотами коммутации.

1) Классическая структура микропроцессорного измерительного модуля, в котором обмен данными между процессором, оперативной памятью, регистром команд и состояний осуществляется по системному интерфейсу (рис. 1).

2) Быстродействующая структура с двухпортовым ОЗУ, в которое загружается таблица расписания процессором, получившим его, в свою очередь, от центрального вычислителя системы, вторая шина данных ОЗУ соединена со входами номера канала аналогового коммутатора. Перебор адресов осуществляется с помощью генератора и счетчика.

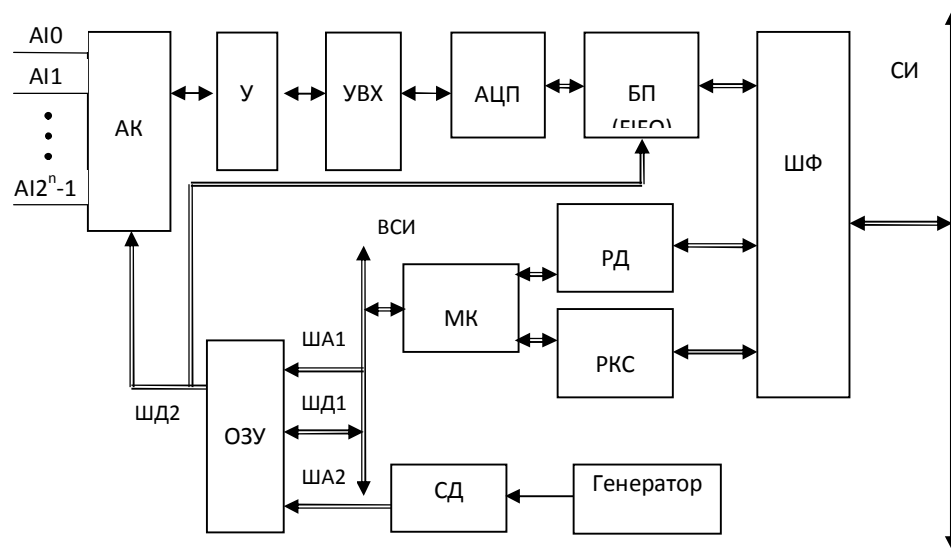


Рис. 3

В случае передачи управления измерениями модулю, имеющему структуру, приведенную на рис. 3, погрешность датирования будет складываться из суммы погрешности квантования (неточности реализации) t (такта синхронизации) и мультипликативной составляющей, нарастающей для каждого очередного запуска.

$$\delta t = f_w/f_{mm} + [1/f_{mm} \times (tb_j + l \times td_j)]. \quad (i)$$

Таким образом, предложено структурное решение, предназначенное для многоканальных измерений быстропротекающих процессов, и оценена его погрешность датирования.

Литература

1. В.В. Алексеев, А.Д. Чарнецкий, П.Г. Королев, К.О. Комшилова, В.С. Коновалова, Р.Ю.Марченков. ИИС контроля и управления технологическим

процессом термического уничтожения отходов. СПб.: Известия СПбГЭТУ 2011, №4, с. 65 – 73.

2. Виттих В.А., Цыбатов В.А. Оптимизация бортовых систем сбора и обработки данных. - М.: Наука, 1985.- 176 с.

3. Основы структурного проектирования измерительно-вычислительных систем. / В. В. Алексеев, П. Г. Королев, Н. С. Овчинников, Е. А. Чернявский. СПб.: Энергоатомиздат, 1999. 110 с.

4. Задача составления расписания многоканальных средств измерений с автоматической коррекцией. Критерии эффективности / В. В. Алексеев, А. М. Боронахин, Е. Ю. Закемовская, П. Г. Королёв, Н. В. Романцова // Приборы. 2011. № 7. С. 45-49.

5. Е.О. Грубо, П.Г. Королев, Н.В. Романцова, А.В. Утушкина. Алгоритм неполного перебора составления расписания работы измерительной системы. СПб., Известия СПбГЭТУ, №2/2013 с. 66 – 71.

Канаев А.К., Камынина М.А.

ПОДДЕРЖАНИЕ ЗАДАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ И НЕТОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ЭЛЕМЕНТОВ СПД

*ФГБОУ ВПО Петербургский государственный
университет путей сообщения*

Одной из основных потребностей пользователей сети передачи данных (СПД) является увеличение скорости передачи данных. Для решения этой задачи требуется создание сети с пропускной способностью, позволяющей передавать большие объемы трафика. Данная задача может быть решена за счет крупных финансовых затрат. Однако применение механизмов обеспечения качества обслуживания можно добиться существенного удовлетворения потребностей клиентов сети с меньшими затратами.

Под качеством обслуживания (QoS) понимается полезный эффект от обслуживания, который определяется степенью удовлетворения пользователя как от полученной услуги, так и от самой системы обслуживания [1]. Критерий QoS определяется набором показателей свойств как предоставляемой телекоммуникационной услуги, так и используемых сетевых ресурсов. Параметры QoS включают параметров качества услуги и сети. В [1] определены параметры QoS: сетевые-ориентированные, сервис-ориентированные, сетевые/сервис-независимые.

Сетевые-ориентированные непосредственно связаны с определением уров-

ня сетевого совершенства. Сервис-ориентированные непосредственно связаны с определением качества услуги. Сете/сервис-независимые параметры не связаны с определением качества услуги или уровня сетевого совершенства.

Параметрами качества при передаче данных являются: количество битовых ошибок должно быть не более 10^{-7} , вероятность потери пакетов не более 10^{-6} , ошибки адресации не более 10^{-6} , величина задержки от 50 до 1000 мс.

При эксплуатации СПД необходимо своевременно оценить состояние объекта и при определении неисправности своевременно ее устранить.

Первым этапом при обеспечении поддержания заданных показателей QoS является диагностика состояния СПД. Задачи систем диагностирования различаются на стадиях разработки, производства и эксплуатации СПД.

Определение QoS необходимо как на стадии разработки и тестирования услуги, равно как и процедуры проверки и контроля соответствия ее реализации требуемым возможностям по обеспечению QoS.

ЗАДАЧИ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СПД

На стадии разработки решаются задачи: обеспечение контролепригодности СПД в целом и ее составных частей; отладка, проверка исправности и работоспособности составных частей и сети в целом. При диагностике в условиях производства обеспечивается решение следующих задач: Выявление и локализация неисправных компонентов; сбор и анализ статистической информации о дефектах и типах неисправностей; снижение трудоемкости и стоимости диагностики.

Диагностика СПД в условиях эксплуатации имеют следующие особенности: в большинстве случаев достаточна локализация неисправностей на уровне конструктивно-съёмного узла, как правило, типового элемента замены; высока вероятность появления к моменту ремонта не более одной неисправности; возможно раннее обнаружение предотказных состояний при профилактических осмотрах. Таким образом, для объекта, подлежащего техническому диагностированию должны быть установлены вид и назначение системы диагностирования.

Согласно [2,3,4] устанавливаются следующие основные области применения систем диагностирования:

- а) на этапе производства объекта: в процессе наладки, в процессе приемки;
- б) на этапе эксплуатации объекта: при техническом обслуживании в процессе применения, хранения или транспортировки;
- в) при ремонте изделия: перед ремонтом, после ремонта.

Техническое диагностирование (ТД) осуществляется в системе технического диагностирования (СТД), которая работает в соответствии с алгоритмом

ТД, который представляет совокупность предписаний о проведении диагностирования. Системы диагностирования предназначены для решения одной или нескольких задач: проверки исправности; проверки работоспособности; проверки функционирования; поиска неисправностей. При этом составляющими системы диагностирования являются: объект технического диагностирования, средства технического диагностирования, совокупность измерительных приборов, средства коммутации и сопряжения с объектом.

ПОКАЗАТЕЛИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Показатели диагностирования определяют при проектировании, испытании и эксплуатации СТД. Согласно [5] устанавливаются следующие показатели диагностирования:

1. Вероятность ошибки диагностирования вида $(i, j), i \neq j, P_{i,j}$ - вероятность совместного наступления двух событий: объект диагностирования находится в техническом состоянии i , а в результате диагностирования считается находящимся в техническом состоянии j (при $i=j$ показатель $P_{i,j}$ является вероятностью правильного определения технического состояния i объекта диагностирования).

2. Апостериорная вероятность ошибки диагностирования вида $(i, j), i \neq j, P_{i,j}^A$ - вероятность нахождения объекта диагностирования в состоянии i при условии, что получен результат "объект диагностирования находится в техническом состоянии j " (при $i=j$) показатель является апостериорной вероятностью правильного определения технического состояния).

3. Вероятность правильного диагностирования D - полная вероятность того, что система диагностирования определяет то техническое состояние, в котором действительно находится объект диагностирования.

4. Средняя оперативная продолжительность диагностирования τ_o - математическое ожидание оперативной продолжительности однократного диагностирования.

5. Средняя стоимость диагностирования C_o - математическое ожидание стоимости однократного диагностирования.

6. Средняя оперативная трудоемкость диагностирования S_o - математическое ожидание оперативной трудоемкости проведения однократного диагностирования

7. Глубина поиска дефекта L - характеристика поиска дефекта, задаваемая указанием составной части объекта диагностирования или ее участка с точностью, до которых определяется место дефекта.

Таким образом, при заданном техническим заданием на сеть требований

надежности сети (которые обеспечивают выполнение показателей QoS) должны быть сформированы требования к СТД по перечисленным показателям.

ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В СПД

Часто применяемыми методами в условиях неполной и неточной информации о состоянии элементов СПД и статистике работы СТД являются метод среднего значения и среднеквадратичного отклонения (вычисление текущих характеристик трафика сети; вычисление статистических характеристик потока пакетов СПД; определение критериев аномального поведения сетевого трафика), модели многомерного статистического анализа (факторный анализ; кластерный анализ; корреляционный анализ), модель Марковского процесса и модель статистического анализа временных рядов [6].

При отсутствии информации о видах аномалий при наличии экспертов в предметной области используют экспертные системы, генетические алгоритмы, фреймовые модели, нейронные сети и др. [7,9,10,11]. Обнаружение неисправностей в СПД можно инициировать по запросу со стороны оперативного персонала, клиента или системы управления. Процесс поиска неисправности может состоять из подпроцессов: измерение параметров, контроль, диагностика, локализация, выявление причин (фактов) неисправностей, прогнозирование. Причем алгоритм поиска в каждом случае будет индивидуален. Применение методов диагностики в процессе периодического ТО (рис. 1).

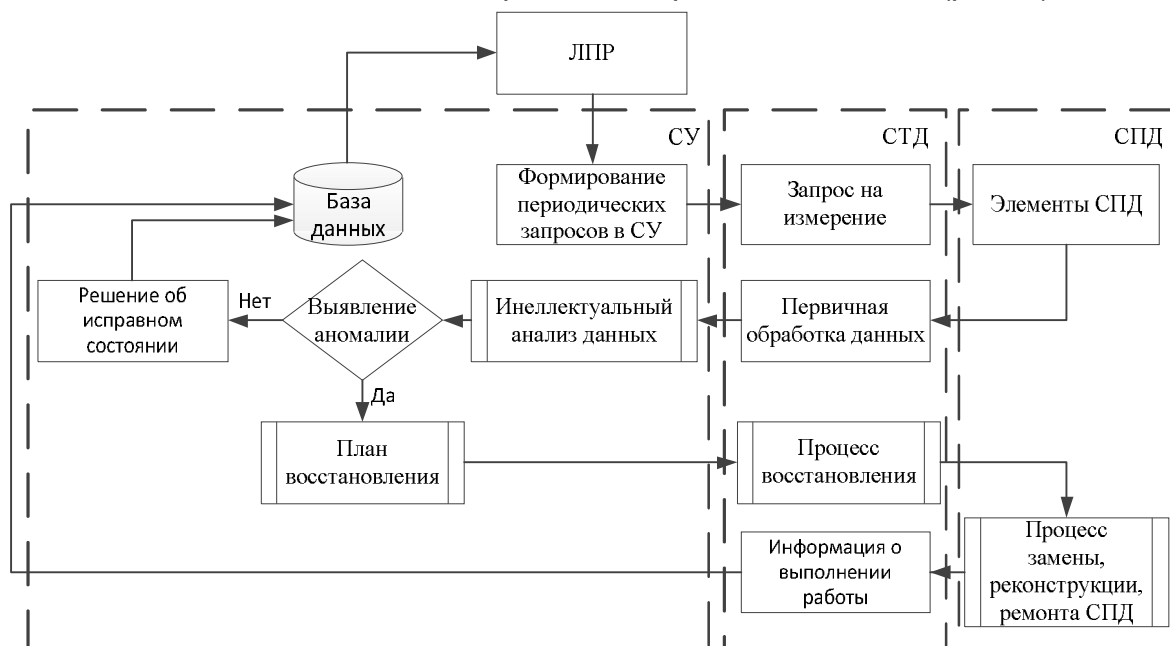


Рис. 1. Применение методов диагностики в процессе периодического ТО

В пакете прикладных программ Matlab 2010b была создана модель интеллектуальной системы управления СПД (рис. 2), состоящая из следующих

блоков: подсистема технической эксплуатации, подсистема сбора информации, подсистема интеллектуального анализа данных (ИАД), подсистема реализации решения. [7]

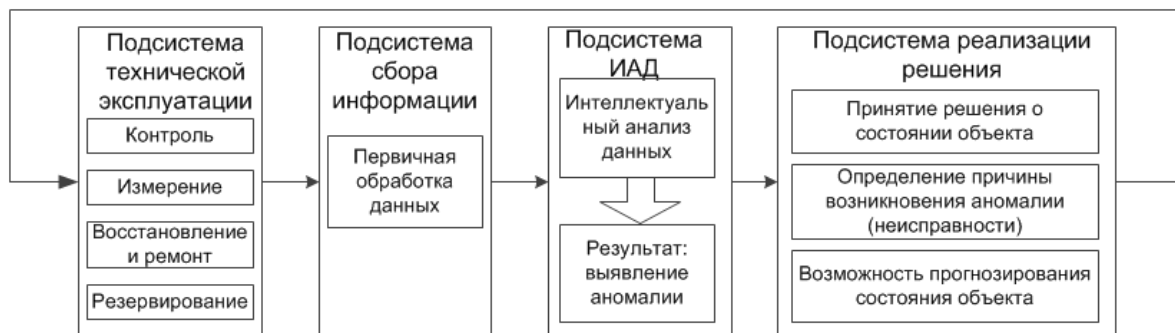


Рис. 2. Модель интеллектуальной системы управления СПД

Подсистема технической эксплуатации предполагает наличие следующих блоков: контроль, измерение, восстановление и ремонт, резервирование. После того, как данные были измерены и проконтролированы, они поступают в подсистему сбора информации, где они проходят первичную обработку. В ИАД осуществляется поиск функциональных и логических закономерностей в накопленных данных, построение моделей и правил, которые объясняют найденные закономерности и прогнозируют развитие некоторых процессов [8]. В подсистеме реализации решения принимается решение о состоянии СПД, а также существует возможность определить причину возникновения аномалии и осуществить прогноз дальнейшего состояния объекта.

Представленная модель позволит своевременно обнаруживать неисправность и определять причину ее появления в условиях отсутствия информации о видах аномалий в СПД, не понижая QoS.

Литература

1. Коханович Г.Ф., Чуприн В.М. Сети передачи данных, К: «МК-Пресс», 2006 – 272 с.;
2. Абдуллаев Д.А., Арипов М.Н. Основы эксплуатации систем передачи дискретных сообщений. - Т.: Фан, 1984. - 113с.;
3. ГОСТ 20417-75. Техническая диагностика. Общие требования к объектам диагностирования;
4. Давыдов П.С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем. - М.: Радио и связь, 1988. - 256с.;
5. ГОСТ 23564-79. Техническая диагностика. Показатели диагностирования;
6. Подход к решению задачи формирования элементов системы управления сетью передачи данных ОАО «РЖД»: статья / Камынина М.А., Канаев

А.К. // 67 – я научно-техническая конференция, посвященная Дню радио, Секция: «Телекоммуникации на железнодорожном транспорте», (труды конференции 19-27.04.2012, Санкт-Петербург) – С-Пб.: ООО «БалтСервисГрупп», 2012. – С. 144-145;

7. Формирование элементов системы управления сетью передачи данных с применением аппарата нейронных сетей: статья / А.К. Канаев, М.А. Камынина, Е.В. Опарин // Бюллетень результатов научных исследований, выпуск 3(2) – С-Пб.: 2012. – С. 47-55;

8. А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007 – 384 с.;

9. В.И. Комашинский, Д.А. Смирнов, Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003 – 94 с.;

10. Хайкин С.; Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104 с.;

11. Ritter H. “Self-organizing feature maps: Kohonen maps”, in M.A. Arbib, ed., The Handbook of Brain Theory and Neural Networks, 1995, p. 846-851, Cambridge, MA: MIT Press.

Евглевская Н.В., Привалов А.А., Рыхлов П.В., Чалов И.В.
УСТРОЙСТВО ВЫДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
В ПОМЕЩЕНИЯХ, ОСВЕЩАЕМЫХ КОМПАКТНЫМИ
ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМИ ЛАМПАМИ

*ФГБОУ ВПО Петербургский государственный
университет путей сообщения*

Введение

Энергосберегающие технологии на сегодняшний день являются очень востребованными, ввиду постоянно увеличивающейся нагрузки на энергетические системы, и ее удорожания. Вопрос о повсеместном внедрении и использовании энергосберегающих технологий, в том числе о широком применении энергосберегающих осветительных приборов, постоянно поднимается на разных уровнях, в том числе и на законодательном. Примером тому является принятие федерального закона № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Однако использование широко разрекламированных компактных люминесцентных ламп, приводит к возникновению другой проблемы – утечки ин-

формации. И этот вопрос стоит весьма остро, особенно, если речь идет о конфиденциальной информации.

Вследствие конструктивных особенностей компактная люминесцентная лампа имеет встроенный преобразователь напряжения, осуществляющий преобразование напряжения первичной электрической сети ($U_{п.с.} = 220 \text{ В}$, $F_{п.с.} = 50 \text{ Гц}$) в высокочастотный сигнал.

Для диммирования (регулировки яркости свечения) в люминесцентных лампах используются специальные пускорегулирующие устройства (ПРУ).

В результате проведенного эксперимента были установлены следующие характеристики:

- максимальное напряжение положительной полуволны $U_{max+} = 1,45 \text{ В}$;
- максимальное напряжение отрицательной полуволны $U_{max-} = -1,5 \text{ В}$;
- длительность положительной полуволны $t_+ = 11,75 \text{ мкс}$;
- длительность отрицательной полуволны $t_- = 12 \text{ мкс}$;
- период одного колебания $T_{ПРУ} = t_+ + t_- = 11,75 + 12 = 23,75 \text{ мкс}$.

Основная частота работы пускорегулирующего устройства приблизительно равна $42105,263 \text{ Гц}$ и может изменяться в зависимости от типа и конструкции лампы до $200\,000 \text{ Гц}$.

1. Определение возможности съема акустического сигнала с компактной люминесцентной лампы (КЛЛ)

Для определения возможности съема акустического сигнала из помещения при помощи КЛЛ был собран приёмник сигнала, который поступал на виртуальный прибор, реализованный в среде графического программирования LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench – среда разработки лабораторных виртуальных приборов).

В качестве приемника было создано приемное устройство с амплитудной модуляцией, выполненное по схеме прямого усиления и состоящее из двух каскадов усиления радиочастоты и амплитудного детектора.

Сигнал с приемника подавался на вход виртуального анализатора, позволяющего изменять диапазон частот и усиление демодулированного сигнала в реальном времени. Виртуальный прибор был создан в среде программирования LabVIEW.

2. Определение границ ближней, промежуточной и дальней зон

С целью определения величины предельного вклада составляющих поля ξ примем величину волнового числа электромагнитного поля на частоте $\lambda_{ПРУ}$ равным:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda_{ПРУ}} = \frac{2\pi}{6882,288} = 9,129 \cdot 10^{-4},$$

При $\xi = 10$ границы ближней $r_{бл}$ и дальней $r_{д}$ зон будут расположены на расстоянии:

$$r_{бл} = \frac{1}{\xi k} = \frac{1}{10 \cdot 9,129 \cdot 10^{-4}} = 109,541 \text{ м};$$

$$r_{д} = \frac{\xi}{k} = \frac{10}{9,129 \cdot 10^{-4}} = 10954,102 \text{ м}.$$

В связи с тем, что пускорегулирующие устройства КЛЛ разных производителей работают на частотах в диапазоне от 40 кГц до 200 кГц, на рисунке 1 приведены границы ближней, промежуточной и дальней зон для значения предельного вклада составляющих поля $\xi = 3$ (сплошная линия) и $\xi = 10$ (пунктирная линия).

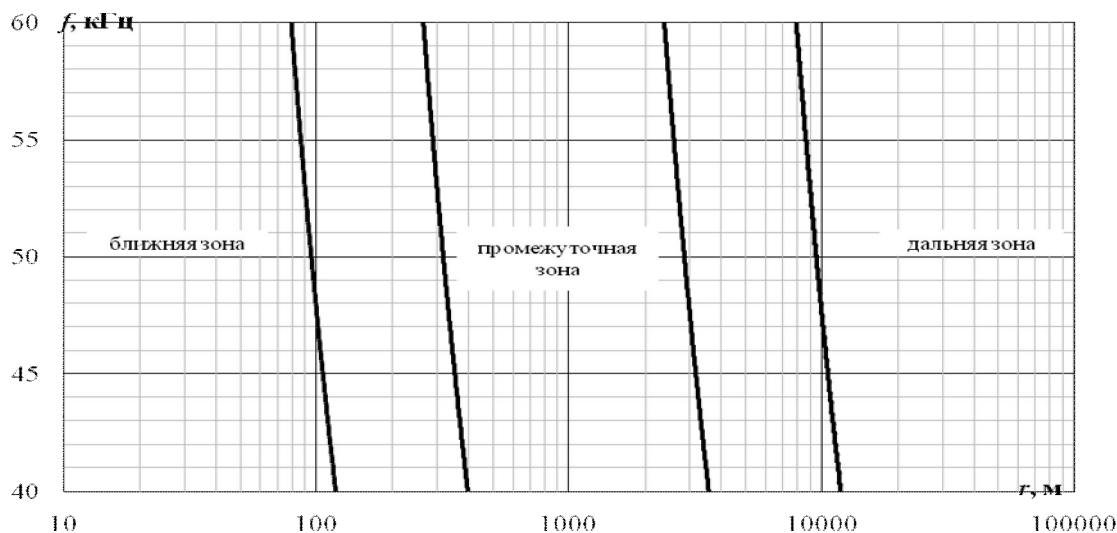


Рис.1. Границы ближней, промежуточной и дальней зон для значения предельного вклада составляющих поля $\xi = 3$ (сплошная линия) и $\xi = 10$ (пунктирная линия)

Ширина промежуточной зоны D зависит от длины волны ПЭМИ и значения предельного вклада составляющих поля ξ , определяется следующим выражением при $\xi = 10$ $D = 10844,561 \text{ м}$.

$$D = \frac{\xi^2 - 1}{k\xi}.$$

3. Результаты проведенных измерений

Таким образом в докладе рассмотрен канал утечки информации, возникающий вследствие паразитных электромагнитных излучений энергосберегающих ламп. Исходя из данных, полученных в результате эксперимента, можно сделать следующие выводы:

- ПРУ КЛЛ работает на фиксированной частоте, расположенной в диапазоне от 40 кГц до 200 кГц (для ламп разных фирм);

- снятие акустической информации при помощи КЛЛ возможно вследствие высоких уровней ПЭМИ с использованием специального высокоточного приёмного и фильтрующего оборудования.

Заключение

Электросберегающие лампы находят в последнее время все большее распространение. Однако кроме неоспоримых достоинств, эти лампы обладают и рядом недостатков, касающихся не только сложной конструкции, влияния на зрение и высокой стоимости, но и возможности сохранения конфиденциальной информации в помещениях, где эти лампы используются в качестве осветительных приборов.

К сожалению, в публикациях этому вопросу уделено недостаточно внимания. В связи с изложенным, исследуемая в статье проблема является весьма актуальной, и в то же время малоизученной.

Литература

1. Информационная безопасность телекоммуникационных систем. Липатников В.А., Малютин В.А. СПб. : ВУС, 2002. 476 с.
2. Защита информации. Вас подслушивают? Защищайтесь! Халяпин Д.Б. М. : НОУ ШО «Баярд», 2004. 432 с.

Митянин Е.А.

АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ ДЛЯ КАМ - СИГНАЛОВ

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

В процессе передачи по радиоканалу сигнал неизбежно подвергается амплитудным искажениям. В простейшем случае они сводятся к ослаблению (или усилению) сигнала с некоторым постоянным коэффициентом. Если при этом мгновенная амплитуда является информативным параметром, что справедливо для сигнала с квадратурной амплитудной модуляцией(КАМ), то для его оптимальной обработки эти искажения необходимо оценить и компенсировать.

В современных цифровых приёмниках КАМ, как правило, используется двухступенчатая система автоматической регулировки усиления (АРУ). Для того чтобы упростить реализацию АРУ, как правило, в передаваемые данные вводится специальная последовательность символов, известная на приёмной стороне, — преамбула. Обычно преамбула представляет собой сигнал с постоянной амплитудой, что позволяет применять простые и эффективные способы оценки, например, описанные в [10]. Однако в настоящее время сформировался ряд приложений, для которых представляет интерес оценка ам-

плитуды сигнала без использования априорной информации. В этом случае необходимо применять методы оценки, способные тем или иным образом учесть изменения амплитуды, обусловленные цифровой модуляцией неизвестной последовательностью символов. Одно из возможных решений данной проблемы заключается в том, чтобы свести задачу к оценке параметров распределения огибающей сигнала и воспользоваться известными регулярными методами синтеза выборочных оценок: методом максимального правдоподобия или методом моментов.

Одним из важнейших параметров системы цифровой связи является отношение сигнал/шум. Оценка этого параметра напрямую связана с оценкой мгновенной амплитуды принимаемого сигнала.

Алгоритмы оценки ОСШ для квадратурной фазовой манипуляции (QPSK):

Рассмотрим два алгоритма оценки ОСШ. Пусть $R_{x_i}, R_{y_i}, n_{x_i} \text{ и } n_{y_i}, i = 1, \dots, L$, обозначают синфазную и квадратурную составляющую сигнала, синфазную и квадратурную составляющую шума. Предполагается, что существует фазовая синхронизация несущей. Для каждого из L символов берется один комплексный отсчет. Шумовые компоненты n_{x_i} и n_{y_i} – независимые случайные величины с нулевым средним – гауссовские случайные величины с дисперсией $\sigma_x^2 = \sigma_y^2 = \sigma^2$. Компоненты сигнала предполагаются дискретными, независимыми и одинаково распределенными случайными величинами, принимающие значения на множестве $\{\alpha, -\alpha\}$ с равной вероятностью. Наконец, имеем:

$$X_i = R_{x_i} + n_{x_i}, \quad Y_i = R_{y_i} + n_{y_i}$$

- обозначение синфазной и квадратурной компоненты соответственно.
 X_i, Y_i - принятая сумма сигнала и шума для i -го отсчета. Определяем ОСШ, как:

$$\frac{R_x^2 + R_y^2}{E(n_x^2 + n_y^2)} = \frac{\alpha^2}{\sigma^2} \quad (1)$$

Статистические величины:

$$\hat{\gamma} = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \frac{||X_i| - |Y_i||}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}} \quad (2)$$

- дающие относительную оценку качества связи в многолучевой системе в присутствии межсимвольной интерференции, которая использует $\frac{\pi}{4}$ -DQPSK модуляцию. Статистические характеристики (2) имеют следующий смысл: рассмотрим одно слагаемое в сумме при больших ОСШ. Числитель в основном зависит от амплитуды шума, а знаменатель - от амплитуды сигнала. Та-

ким образом, формула (2) соответствует отношению (амплитуда шума) / (амплитуды сигнала), усредненному по L символам. Эта структура дает следующие оценки:

$$\hat{\theta}_1 = L^2 \left(\sum_{i=1}^L \frac{||X_i| - |Y_i||}{\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}} \right)^{-2} \quad (3)$$

$$\hat{\theta}_2 = L \left(\sum_{i=1}^L \frac{||X_i| - |Y_i||}{X_i^2 + Y_i^2} \right)^{-1} \quad (4)$$

Формулы (3, 4) является абсолютной оценкой ОСШ. Эти оценки могут быть получены для любого QPSK-сигнала, созвездие которого образует квадрат с центром в начале сигнального пространства. Дифференциальные фазовые сдвиги в созвездии между символами не нарушают предыдущие требования.

Исследование этих алгоритмов оценки ОСШ для сигналов подобных QPSK показало, что оценка относительно имеет и наименьшее смещение и при ОСШ больше 5 дБ СКО оценки не превышает 1 дБ. Кроме того, он требует меньше вычислений, чем , так как его вычисления не требуют расчета квадратного корня.

Оценка минимальной среднеквадратической ошибки (MMSE):

Метод использует обучающую последовательность $\mathbf{a} = \{a_1, a_2, \dots, a_L\}$ длины L и выражается математически через ортогональность между ошибкой оценки и оценкой следующим образом:

$$(\mathbf{y} - \hat{\mathbf{f}} \cdot \mathbf{a})(\hat{\mathbf{f}} \cdot \mathbf{a})^H = 0 \quad (5)$$

,где $\hat{\mathbf{f}}$ - ослабление, которое, как предполагается, является постоянным, $\mathbf{y} = \{y_1, y_2, \dots, y_L\}$ - полученная обучающая последовательность, и H обозначает сопряженное транспонирование.

Оценка ОСШ задается формулой:

$$SNR = \frac{|\mathbf{C}|^2}{|\mathbf{a}|^2 E - |\mathbf{C}|^2} \quad (6)$$

,где $\mathbf{C} = \mathbf{y} \mathbf{a}^H$ и E – энергия полученного сигнала.

Оценка длины вектора ошибки EVM:

Рассматриваются две ортогональные компоненты сигнала, синфазная и квадратурная, для сигнала с QPSK модуляцией:

$$\begin{cases} y_I = s_I + n_I & \text{синфазная компонента} \\ y_Q = s_Q + n_Q & \text{квадратурная компонента} \end{cases} \quad (7)$$

,где n_I и n_Q - независимые гауссовские случайные величины с нулевым средним и дисперсией σ^2 . Сигнальные компоненты принимают значения $s_I, s_Q \in \{m, -m\}$, где m – амплитуда сигнала. Для удобства записи используется $y_{I/Q}$ для обозначения y_I или y_Q , когда нет необходимости различать синфазную и квадратурную компоненты. Аналогично, $s_{I/Q}$ обозначается s_I или s_Q . Функция плотности вероятности $y_{I/Q}$ когда $s_{I/Q} = m$ может быть представлена:

$$f(y_{I/Q}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(y_{I/Q} - m)^2}{2\sigma^2}} \quad (8)$$

и функция плотности вероятности для y_I или y_Q , когда $s_{I/Q} = -m$ может быть представлена:

$$f(y_{I/Q}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(y_{I/Q} + m)^2}{2\sigma^2}} \quad (9)$$

EVM представляет собой длину вектора ошибки, то есть, $|\hat{s}_{I/Q} - s_{I/Q}|$ где $s_{I/Q}$ есть компонента передаваемого сигнала, а $\hat{s}_{I/Q}$ представляет собой оценку компоненты сигнала на входе приемника.

Используя оценки средних и дисперсий, SNR выражается как:

$$OSШ_+ = \frac{|m_+|^2}{\sigma_+^2} = \frac{(m - 2mQ(\frac{m}{\sigma}) + \sigma\sqrt{\frac{2}{\pi}}e^{-\frac{m^2}{2\sigma^2}})^2}{1 + (\frac{m - m_+}{\sigma})^2 + 4\frac{mm_+}{\sigma^2}Q(\frac{m}{\sigma}) - \sqrt{\frac{8}{\pi}}\frac{m_+}{\sigma}e^{-\frac{m^2}{2\sigma^2}}} \quad (10)$$

По мере уменьшения истинного значения ОСШ оценка приближается к следующему значению:

$$\lim_{\frac{m}{\sigma} \rightarrow 0} OSШ_+ = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \approx 2,435 \quad (11)$$

Поэтому, предполагаемая оценка ОСШ по предложенному методу ограничена снизу 2,435 дБ.

Оценка ОСШ с использованием второго и четвертого моментов:

Для первого, второго и четвертого моментов случайной величины с распределением Райса оценки амплитуды и дисперсии квадратурных компонент шума можно записать:

$$\hat{A} = \left\{ \frac{2[\frac{1}{N}\sum_{k=1}^N \rho_k^2]^2 - \frac{1}{N}\sum_{k=1}^N \rho_k^4}{2 - \frac{1}{M}\sum_{m=1}^M a_m^4} \right\}^{\frac{1}{4}} \quad \hat{\sigma}^2 = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{N}\sum_{k=1}^N \rho_k^2 - \hat{A}^2 \right]$$

ОСШ:

$$ОСШ = \frac{\hat{A}}{\hat{\sigma}} = \frac{\left\{ \frac{2 \left[\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \rho_k^2 \right]^2 - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \rho_k^4}{2 - \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \alpha_m^4} \right\}^{\frac{1}{4}}}{\sqrt{\frac{1}{2} \left[\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \rho_k^2 - \hat{A}^2 \right]}}$$

Метод моментов показывает наибольшую точность оценки ОСШ при низких ОСШ, при этом его вычислительная сложность незначительно (примерно в 1,5 раза) превосходит вычислительную сложность метода MMSE.

На основании всего перечисленного можно сделать вывод, что для одноуровневых созвездий оптимальным алгоритмом для оценки ОСШ с точки зрения вычислительной сложности можно считать метод моментов. Если необходима большая точность, следует применять EVM метод.

Литература

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов. 2-е изд. - СПб.: Питер, 2006.-751с.
2. Иванов М. Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н. Теоретические основы радиотехники. Учебное пособие / под редакцией В.Н. Ушакова. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008.-306с.
3. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.-1104с.
4. N.C. Beaulieu, A.S. Toms, and D.R. Pauluzzi, "Comparison of four SNR estimators for QPSK modulations", IEEE Communications Letters, vol.4 pp. 43-45, February 2000.
5. D. Shin, W. Sung and I. Kim, "Simple SNR Estimation Methods for QPSK Modulated Short Bursts," IEEE Global Telecommunications Conference (GlobeCom 2001), vol 6., pp 3644-3647, November 2001.
6. D. Athanasios, K. Grigorios, "SNR Estimation Algorithms in AWGN for HyperLAN/2 Tranceiver".
7. Караван О.В. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Различение созвездий сигналов с квадратурной амплитудной модуляцией в условиях параметрической априорной неопределенности», Ярославль, 2010.
8. Караван О.В., Тимофеев В.А. «Оценка амплитуды сигнала с квадратурной амплитудной модуляцией методом моментов» // "Радиотехника" . 2009, №5.-с.15-20
9. Радиотехнические системы. / Гришин Ю.П., Ипатов В.П., Казаринов Ю.М. и др. Учебник для вузов по специальности «Радиотехника» / под редакцией Ю. М. Казаринова. – М.: Высш. шк., 1990.-496с.

10. Ипатов В. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения. – Техносфера, 2007.-488с.

Алексеев В.В., Коновалова В.С.

**АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕННЫХ ДАННЫХ ПОЛУЧЕННЫХ
СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ**

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»*

Освоение природных ресурсов крайнего Севера вызывает необходимость развития сети железных дорог в арктических регионах России. Сложные климатические условия и малая заселенность территорий приводят к невозможности своевременного контроля и управления как существующей, так и строящейся железнодорожной инфраструктуры.

Железнодорожные аварии всегда имеют серьезные последствия для людей и окружающей среды, особенно когда речь идет о перевозках химикатов, нефтепродуктов и взрывоопасных грузов. Одной из причин крушений поездов являются своевременно необнаруженные и не устраненные дефекты пути. Для поддержания в надлежащем состоянии железнодорожного пути службами путевого хозяйства регулярно проводится комплекс мероприятий, одной из составляющих которого является проверка пути с использованием различных средств диагностики и мониторинга. При контроле геометрии рельсового пути наиболее надежным остается использование лабораторий – путеизмерительных вагонов. В практике измерительного контроля стоимость проведения путеизмерительных испытаний зачастую составляет до 15% от суммы эксплуатации железной дороги. Сокращение издержек требует от железнодорожных служб перехода от режима ручного периодического контроля к системам регулярного автоматизированного наблюдения. Существующая на данный момент автоматизированная система ввиду своей дороговизны не может охватить весь объем требуемых работ. В связи с этим возникает необходимость разработки дешевых систем контроля геометрии железнодорожного полотна.

Разработка новых методов, направленных на повышение эффективности и достоверности контроля технико-эксплуатационного состояния железнодорожного пути, а, следовательно, и безопасности движения поездов, является актуальной задачей, особенно в период развития в России высокоскоростных железнодорожных сообщений. Решение подобной задачи возможно различными путями, однако при сопоставлении таких параметров, как стоимость и качество измерений, на первый план выходят инерциальные системы на ос-

нове микромеханических акселерометров. Применение подобных систем не требует использования путеизмерительных вагонов, т.к. эти системы могут размещаться на обычных железнодорожных вагонах, не изменяя направления и графика движения поездов.

Рассматриваемая в данной работе измерительная система строится на базе микромеханических акселерометров (рис. 1), которые размещаются на буксах колесных пар подвижного состава [1]. Виброускорения, получаемые от датчиков, содержат в себе составляющие характеризующие дефекты железнодорожного полотна [2]. Так как дефекты должны быть идентифицированы по своей величине и месту нахождения в систему включен одометр, который производит измерения пройденного пути.

Основным преимуществом данной системы является возможность осуществления измерений и обработки их результатов в реальном времени. Однако возможность обработки результатов в реальном времени предполагает использование быстрых математических вычислений ввиду большого объема данных.

Точность выделения результатов измерения из зашумленных сигналов различного вида влияет на правильность обнаружения дефекта железнодорожного полотна или адекватность его классификации по показателям безопасности. Для большей оперативности обработка измерений осуществляться в реальном времени с требуемой точностью обнаружения местоположения, глубиной и протяженностью дефекта. Обработка подобных сигналов методами дискретного Фурье преобразования весьма затруднительна и требует накопления выборок с большим количеством отсчетов. Использование же вейвлет-преобразований позволят рассматривать сигналы как во временной (координатной) системе, так и в частотной области.

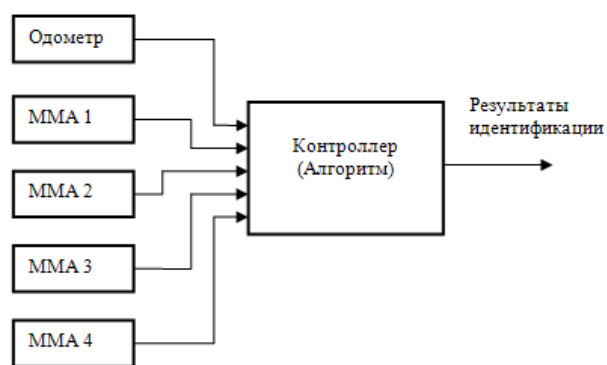


Рис. 1. Структура измерительной системы

В результате обработки и классификации измерительной информации, набранной при проведении натурных испытаний, выделены диапазоны частот характеризующие дефекты разной природы и продолжительности. Выделены

дефекты трех видов: стыки железнодорожного полотна, сколы и просадки. Для оценки параметров которых предлагается использовать алгоритм следующего вида [3]:

1. *Набор начального участка.* Устранение влияния краевого эффекта достигается после прогона системы на расстояние менее 1 км.

2. *Нормировка.* В результате анализа измерительной информации выявлена зависимость показаний акселерометров от скорости движения железнодорожного состава, устранить которую позволяет нормировка показаний.

3. *Вычисление корреляционной функции.* Наличие двух сигналов, характеризующих каждый из рельсов рельсовой пары, позволяет проверить точность данных. Для устранения ложных составляющих в сигналах, вычисляются корреляционные функции для каждого из рельсов с учетом пространственного сдвига равного расстоянию между осями колес. Сохранение отрицательных составляющих измерительных сигналов осуществляется путем искусственного смещения данных в положительную область на величину равную $35g$, т.к. в системе используются акселерометры с данным диапазоном измерений. Значения корреляционной функции смещаются обратно в отрицательную область.

4. *Интегрирование.* Интегрирование виброускорений для получения значений смещений по вертикальной оси.

5. *Формирование массивов.* Измерительные сигналы являются дискретными. Из показаний, прошедших предварительную обработку (шаг 2 и 3), формируется массивы длительностью равной продолжительности базисного вейвлета.

6. *Вейвлет-разложение.* Разложение осуществляется на 7 уровней для получения информации о всех видах дефектов.

7. *Пороговая обработка.* Обнуление, неиспользуемых в дальнейшей обработке, коэффициентов разложения: определение местоположения стыков производится по детализирующим коэффициентам 2-го и 3-го уровня; измерение параметров сколов осуществляется после вейвлет-восстановления детализирующих коэффициентов 5-го и 6-го уровня; измерение параметров просадок производится по результатам восстановления аппроксимирующих коэффициентов 7-го уровня. Пороговая обработка осуществляется только с детализирующими коэффициентами, путем отсечения значений расположенных ниже значения равного 3σ (среднеквадратическое отклонение соответствующего коэффициента).

8. *Вейвлет-восстановление.* Восстановление осуществляется по обработанным на предыдущем шаге сигналам, отдельно для каждого вида дефекта. В результате восстановления получается три массива.

9. *Измерение параметров дефектов.* Местоположение стыков определяется по положению максимумов локальных составляющих. Каждое измеренное значение характеризуется следующими параметрами: IDR – идентификатор рельса; t – время измерения, L – показания одометра, x_i – широта, y_i – долгота, SL – расстояние от предыдущего стыка. Сколы и просадки характеризуются местоположением, определяемым аналогично стыка по положению максимума локальных составляющих; длительность дефекта определяется на пятидесяти процентном уровне от максимального значения. В результате измерения сколам и просадкам сопоставляются следующие данные: IDR – идентификатор рельса; t – время измерения, L – показания одометра, IDD – идентификатор дефекта, Δh – высота дефекта, ΔL – длина дефекта, x_i – широта, y_i – долгота, SL – расстояние от предыдущего стыка.

Благодаря разработанному алгоритму скользящего дискретного вейвлет-преобразования исследования производят в режиме реального времени, что позволяет не накапливать данные для последующей обработки, а сразу же после измерения производить оценку состояния железнодорожного полотна.

Размеры отступлений от норм и правил содержания пути и обнаруженные дефекты сопоставляются с допускаемыми размерами и установленными требованиями, предъявляемыми к обеспечению безопасности движения поездов в зависимости от установленных скоростей. В результате чего отрезку пути присваивается I, II, III или IV группа отступления. В зависимости от присвоенной группы выносятся рекомендации о частичном или полном ремонте ЖД пути, снижении скорости движения ЖД состава или закрытии пути, как аварийно-опасного. Также учитываются срок эксплуатации и материалы.

Эта информация визуализируется на карте и может быть предоставлена лицу, принимающему решения с целью выработки управляющих рекомендаций.

Литература

1. Алексеев В.В., Боронахин А.М., Калякин И.В., Коновалова В.С., Подгорная Л.Н. Измерение характеристик железнодорожного полотна с помощью измерительной системы, построенной на базе микромеханических акселерометров. // Приборы, вып. №12(112), 2011(138), с. 22 – 29.
2. Классификация дефектов рельсов НТД/ЦП-1-93. Электронный ресурс: http://ppx46.narod.ru/4_ins/index_ins.html
3. Алексеев В.В., Коновалова В.С. Применение вейвлет преобразования в измерительном канале. // Труды международной научно-технической конференции «Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации» «Шляндинские чтения 2010», Пенза, 20–22 октября 2010. – с. 18-22.

4. Алексеев В.В., Коновалова В.С., Минина А.А. Разработка системы предотвращения чрезвычайных ситуаций на железной дороге на базе геоинформационных технологий // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», вып. 10, 2012, с. 92-96.

5. Алексеев В. В., Коновалова В. С., Минина А. А. Система предотвращения чрезвычайных ситуаций на железной дороге на базу геоинформационных // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, вып. 1, 2013, с. 148-153.

Кабанов М.В.

РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА ПОДАВЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ЭХА

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»*

В докладе рассматриваются вопросы, касающиеся решения проблемы подавления акустического эха (ПАЭ) в телекоммуникационных системах. Проблема состоит в том, что полезный сигнал в любой современной системе телекоммуникации по типу конференц-связи (hands-free) мобильного телефона в режиме громкой связи или любой другой системы, содержащей громкоговоритель, имеет возможность, распространяясь от динамика, попадать в микрофон и передаваться обратно отправителю, который и воспринимает это как акустическое эхо. Причины возникновения этого нежелательного эффекта известны и состоят в том, что динамик и микрофон в таких системах связи расположены близко между собой, за счёт чего у звука имеется возможность распространяться между ними. Всё это существенно снижает качество связи, даже при очень маленьких задержках эха.

Подавить эхо-сигнал можно с помощью адаптивного фильтра, на вход которого подаётся сигнал передатчика, а в качестве образцового сигнала используется принимаемый сигнал, содержащий эхо. Адаптивный фильтр формирует оценку эхо-сигнала, а на своём выходе выдаёт сигнал ошибки, который представляет собой принимаемый сигнал, очищенный от эха. Задача работы состояла в выборе такого алгоритма, который при минимальной вычислительной сложности, давал бы приемлемый результат.

В рассмотрении попали оптимальные решения для стационарного случая, два базовых адаптивных алгоритма, основанных на методе наименьших квадратов, это LMS- и RLS-алгоритмы, а также вариант блочной обработки сигнала, который при своей существенно меньшей вычислительной сложно-

сти позволяет свести решения к оптимальным решениям фильтра Винера, но уже не только для стационарных случаев.

Имеется система, состоящая из динамика, микрофона и канала распространения акустического эха. В общем случае и динамик, и микрофон, и канал распространения акустического эха могут быть нелинейными устройствами с переменными параметрами, но в большинстве случаев всех их можно считать линейными [1], на данном этапе для простоты рассматривается только линейный случай.

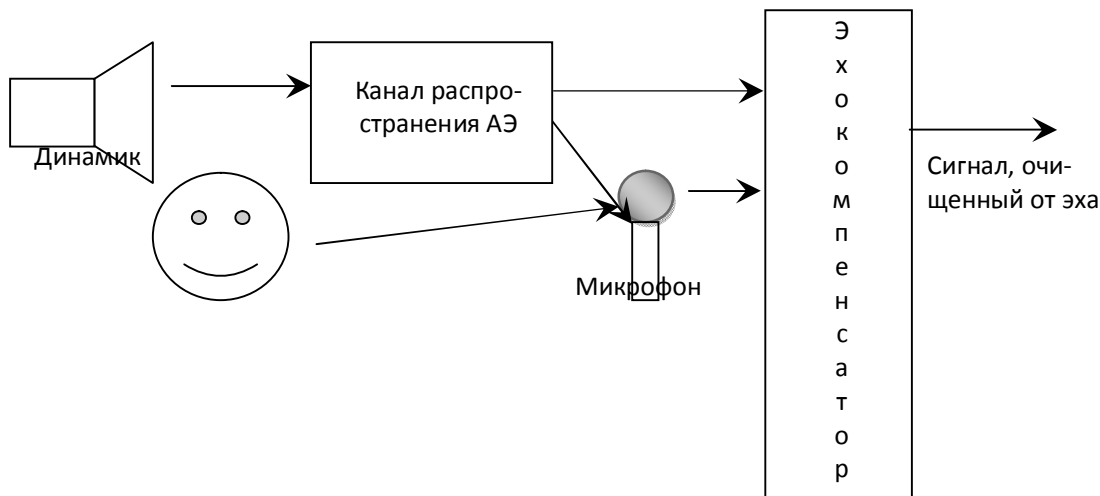


Рис. 1. Схема распространения акустического эха

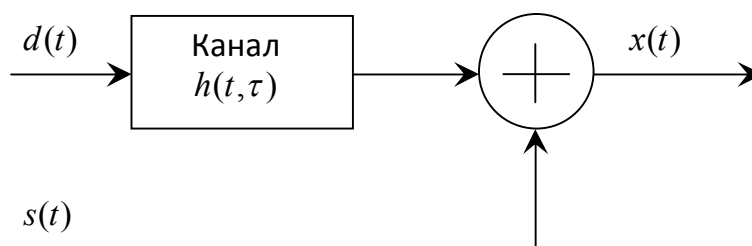


Рис. 2. Эквивалентная схема распространения акустического эха

Как было сказано, канал связи носит линейный характер, но с переменными параметрами. Микрофон представляет собой сумматор, на который подается входной сигнал $s(t)$ и образцовый сигнал $d(t)$, представляющий собой эхо-сигнал, прошедший через канал связи с переменной импульсной характеристикой (ИХ) $h(t, \tau)$. Задача состоит в том, чтобы из сигнала $x(t)$ выделить полезный сигнал $s(t)$, подавив при этом сигнал акустического эха. Таким образом, необходимо найти такой функционал $\Phi(x(t), d(t))$, чтобы разница между ним и входным сигналом была минимальна:

$$\int_{-\infty}^{\infty} (\Phi(x(t), d(t)) - s(t))^2 \rightarrow \min.$$

Эта задача может быть сведена к задаче идентификации канала акустического эха, тогда сигнал $s(t) = x(t) - d(t) \otimes h(t, \tau)$, где $d(t) \otimes h(t, \tau)$ – свёртка сигнала $d(t)$ и ИХ $h(t, \tau)$. Импульсную характеристику $h(t, \tau)$ можно найти с помощью адаптивных фильтров, а также с помощью фильтра Винера [1].

Был произведён анализ известных алгоритмов адаптивной фильтрации – это метод наименьших квадратов LMS (Least Mean Square), основной причиной популярности которого является его низкая вычислительная сложность, что упрощает его физическую реализацию по сравнению с другими широко используемыми адаптивными алгоритмами. На каждой итерации алгоритма LMS требуется число операций $2N$ сложений и $2N+1$ умножений [2]. Но несмотря на свою простоту, анализ поведения алгоритма оказывается чрезвычайно сложной задачей, для которой не существует точного аналитического решения. Частные результаты, полученные при использовании различных приложений, можно найти в большом количестве книг и статей. Достаточно подробный анализ выполнен в [2].

Также в адаптивной фильтрации известен рекурсивный RLS-алгоритм (Recursive Least Square), который обладает наибольшей скоростью сходимости, но в то же время обладает большой вычислительной сложностью. При оптимальной организации вычислений для обновления коэффициентов фильтра необходимо $2.5N^2 + 4N$ пар операций «умножение – сложение» [3]. Таким образом, число операций в алгоритме RLS квадратично возрастает с увеличением порядка фильтра. Зато алгоритм RLS сходится значительно быстрее, чем LMS, и на сегодняшний день благодаря достижениям микроэлектроники в области цифровой техники, такие алгоритмы вполне реализуемы на современной элементной базе [4], [5].

Проведя анализ основных алгоритмов адаптивной фильтрации, было выяснено, что наиболее эффективным является метод на основе оптимального фильтра Винера, который применим лишь для стационарных систем. Подход, набирающий популярность, – это блочная обработка сигнала, которая заключается в разбиении входного сигнала на стационарные блоки, что позволяет в рамках каждого блока считать импульсную характеристику постоянной. Поскольку теперь у нас не меняется ИХ во время каждого блока, мы избавляемся от нелинейных искажений при решении задачи ПАЭ с помощью RLS- и LMS-алгоритмов в каждом блоке. А благодаря тому, что теперь сигнал в рамках каждого блока можно считать стационарным, мы имеем оптимальное решение Винера в каждом блоке.

Решаемые в этом случае подзадачи заключаются в следующем:

— Автокорреляционная функция (АКФ) может быть найдена методом Уэлча (Welch's method), вычислительная сложность этого метода пропорциональна $N \log N$, где N – длина ИХ [6].

— Нахождение взаимнокорреляционной функции (ВКФ) между k -м отсчётом образцового сигнала и содержимым линии задержки фильтра на k -м шаге связано с усреднением произведения их спектров, это записывается как

$$\mathbf{p} = \begin{bmatrix} \overline{d(k)x(k)} \\ \overline{d(k)x(k-1)} \\ \vdots \\ \overline{d(k)x(k-N)} \end{bmatrix}.$$

Вычислительная сложность этой операции также пропорциональна $N \log N$.

— Нахождение ИХ связано с решением Теплицевского уравнения, которое может быть найдено с помощью сверхбыстрого алгоритма Шура (Schur's algorithm), его вычислительная сложность $N \log^2 N$ [7].

— Далее выполняется блочовая фильтрация с помощью быстрой свёртки, вычислительная сложность которой пропорциональна $M \log M$, где M – размер блока.

С учетом вычислительной сложности интерполяции $6N$, общая вычислительная сложность метода блочовой обработки пропорциональна

$$N(2 \log N + \log^2 N + 6) + \bar{O}(\text{Винер}(N)) + M \log M,$$

где $\bar{O}(\text{Винер}(N))$ – вычислительная сложность фильтра Винера на размерность N импульсной характеристики.

На примере блока в 1024 отсчёта, становится видно, что вычислительная сложность LMS-алгоритма будет $1024N$, а вычислительная сложность метода блочовой обработки будет пропорциональна $41N$. То есть слабый по своим характеристикам LMS-алгоритм и подход блочовой обработки с оптимальными решениями имеют одинаковую сложность, что подчёркивает вычислительную эффективность данного метода.

Для того, чтобы получить качественные характеристики, реальные сигналы были заменены на синтезированные, которые представляли собой белый шум, который пропусклся через канал с фиксированной ИХ в 32 такта. В среде MATLAB были реализованы адаптивные алгоритмы на основе метода наименьших квадратов, а также на основе фильтра Винера. где и осуществ-

лён их анализ (рис. 3). В таблице 1 приведены результаты экспериментальных исследований и сравнительный анализ рассматриваемых алгоритмов.

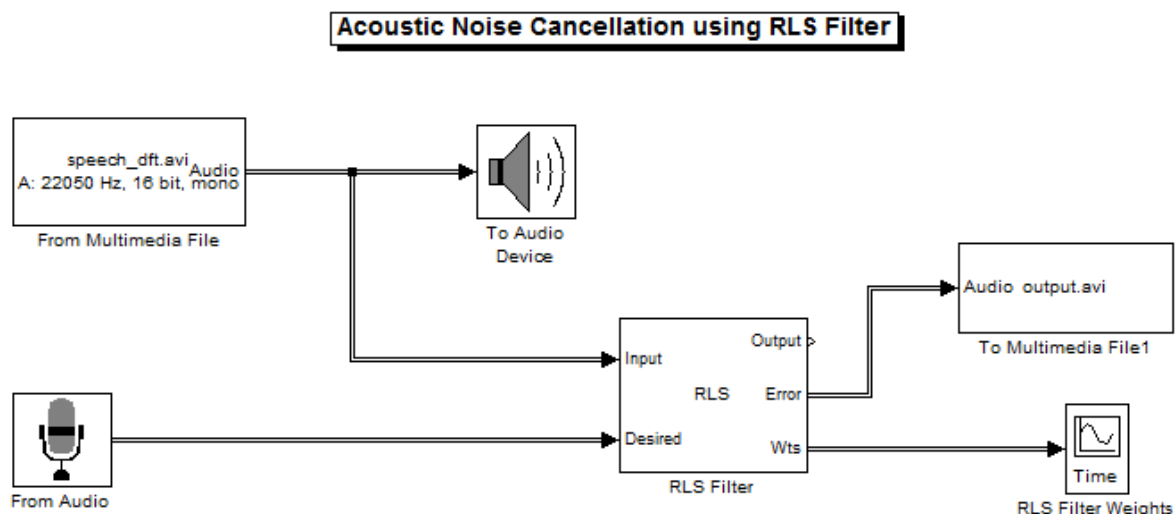


Рис. 3. Экспериментальная модель в среде Simulink

Таблица 1. Результаты эксперимента

Алгоритм	Среднее ослабление	Операций умножения на блок	Комментарии
LMS	-22.8 дБ	$2N + 1$	Сходимость хуже, чем у RLS, зато проще реализуем, так как обладает меньшей вычислительной сложностью.
RLS	-28.9 дБ	$4N^2$	Имеет наибольшее ослабление, чем у любого другого изученного адаптивного алгоритма на основе метода наименьших квадратов, и сходится гораздо быстрее, чем алгоритм LMS. За эти преимущества приходится платить вычислительной сложностью.
Wiener	-58.6 дБ	—	Обеспечивает наименьшую ошибку между образцовым сигналом и входным. Но применим только для случая, когда входные воздействия стационарны.
Блоковая обработка			
LMS	-30.1 дБ	$2N + 1$	Лишь уменьшение шага LMS-алгоритма может решить проблему сходимости, в моменты соединения блоков для сигнала ошибки имеются скачки, уровень остаточного эхо-сигнала уступает аналогичным показателям для остальных исследуемых алгоритмов.
RLS	-34.8 дБ	$4N^2$	Также имеются скачки в моменты соединения блоков, но уже более ярко выраженные, уровень остаточного эхо-сигнала

			практически сопоставим с аналогичным уровнем для фильтра Винера, что в целом доказывает, что решения RLS-алгоритма сходятся к решениям Винера.
Wiener	-35 дБ	$\bar{O}(N \log^2 N)$	Благодаря разбиению сигнала на блоки, получаем возможность считать сигнал стационарным в рамках каждого блока, поэтому в каждом блоке имеем оптимальное решение Винера, вследствие чего уровень остаточного эхо-сигнала минимален относительно других результатов в рамках подхода блоковой обработки.

Литература

1. Сергиенко А.Б., Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 751 с.
2. Haykin S. Adaptive Filter Theory.–New Jersey: Prentice Hall, 1995.–989 с.
3. Адаптивные фильтры: Пер. с англ. / Под ред. К. Ф. Н. Коуэна и П. М. Гранта. – М.: Мир, 1988. – 392 с.
4. Джиган В.И. Прикладная библиотека адаптивных алгоритмов. Электроника: Наука, Технологии, Бизнес. 2006. № 1. – с. 60–65.
5. Солохина Т., Александров Ю., Петричкович Я. Сигнальные контроллеры компании «ЭЛВИС»: первая линейка отечественных DSP. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2005. № 7. – с. 70–77.
6. Welch, P.D. The Use of Fast Fourier Transform for the Estimation of Power Spectra: A Method Based on Time Averaging Over Short, Modified Periodograms // IEEE Trans. Audio Electroacoustics. 1967. Vol. AU-15. №6. – pp.70-73.
7. Ammar G., Gragg W.B. The Generalized Schur Algorithm for the Superfast Solution of Toeplitz Systems // Rational Approximation and its Applications in Mathematics and Physics. J.Gilewicz, M.Pindor and W.Siemaszko, eds. Lecture Notes in Mathematics. 1237. Berlin: Springer-Verlag. 1987. – pp. 315–330.

Митько В.Б, Соболева К.В.

РОЛЬ ВИЗУАЛЬНЫХ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

*Арктическая общественная академия наук, Санкт-Петербургский
государственный электротехнический университет*

Визуальные репрезентации играют существенную роль в формировании социального климата арктических регионов. Определяющих как прогнозирование возможных чрезвычайных ситуаций техногенного и социального характера, так и возможность их предотвращения. Во всех этих мероприятиях од-

ним из важнейших инструментов решения поставленных проблем является визуальная репрезентация объектов прошлого и настоящего, а учитывая современные технологические возможности, и будущего.

Необходимо отметить, что в последнее время происходит всё более активное включение российского общества в глобальную визуальную культуру. В результате этих перемен трансформировалась физическая среда городов, появились новые типы урбанистических репрезентаций и новые способы использования существовавших ранее изображений, что повлекло за собой изменение восприятия урбанистических объектов и положения в нем различных социальных групп.

Область визуально-представленного охватывает теперь практически все сферы жизни общества, все его институты. Больше того, в ряде культурсоциологических концепций (М. Маклюэн, Г. Дебор, Р. Барт, Ж. Бодрийяр, П. Вирилио) уже само современное общество представлено в качестве зрелища, «спектакля», виртуального продукта деятельности массовых видеокommunikаций. На протяжении последних десятилетий визуальные исследования в социологии переживают своеобразный ренессанс. Причинами «визуального поворота», типичного для гуманитарного знания конца XX века, можно назвать расстановку новых исследовательских акцентов как реакцию на культурные изменения. Визуальное становится одной из основных форм культурных репрезентаций позднего модерна и постмодерна, происходит «переход от текста к символу». Объем визуальной информации постоянно возрастает в силу изменения технических возможностей и социальной нормативности ее производства. Фантастически увеличившаяся за последние десятилетия доступность технических средств делает фото- или видео- съемку неотъемлемой частью нашей жизни: нет такого человека, который не держал бы (или в принципе не мог держать) в руках специальный аппарат. Распространенность и простота использования техники, а также последующая легкость обработки материалов сопровождаются десакрализацией процесса производства визуального – создается убеждение, что «каждый может владеть камерой», и «каждый может быть заснят». Съемка рутинизируется, превращается в обыденность. Мы привыкаем смотреть на мир через объектив камеры. Недавнее появление камеры в мобильных телефонах – лишнее тому подтверждение.

В рассматриваемый период российские города формируют новые стратегии дальнейшего развития, работают над созданием образа города и городской идентичности. Благоустройство городской среды становится одним из направлений этой работы; в российских городах появляются пешеходные улицы и площади, на которых формируются условия для коммуникации, досу-

га, приобретения непосредственного социального опыта, а также формирования чувства принадлежности к городскому сообществу. Активная деятельность по созданию имиджей Санкт-Петербурга, как северной столицы, отражает потребность населения города в осмыслении происходящих в последние годы преобразований. Кроме того, она продолжает многолетнюю традицию обращения к теме Петербурга как к универсальной отправной точке для обсуждения общества и самих себя, для построения иерархий, разделения на «своих» и «чужих». Но у деятельности по идентификации города есть и прагматические резоны. Различные репрезентации города предлагают его жителям организации и учреждения, производящие рекламу, печатные издания и сувенирные открытки. В то же время в социальных сетях представлены изображения города, созданные жителями Санкт-Петербурга как отображение повседневности, выхватывающие из нее определенную часть, тем самым маркируя ее как стоящую внимания.

«В наше время обработка, осознание реальности с помощью фотоаппарата – наиболее признанная программа, кредо как тех, кто использует светопись в качестве повседневного, будничного времяпрепровождения, так и тех, кто видит в фотографии разновидность высокого искусства», - отмечает Сюзан Зонтаг в своем исследовании фотографии. Изучение новых репрезентаций объектов, их восприятия и использования субъектами социума, а также социальных функций позволит описать повседневное, практическое измерение глобальных социальных трансформаций российского общества. В формировании подводного наследия России важная роль принадлежит визуальным репрезентациям, к которым относятся оптические, акустические, магнитные, тепловизионные и другие типы изображений морского наследия.

Существует безусловная необходимость активного и конструктивного сотрудничества государства, науки, промышленности и предпринимательского сообщества в целях формирования и реализации единой стратегии инновационного развития современной Арктики. Поиск и принятие совместных согласованных решений должны отвечать общим интересам, способствующим устойчивому развитию экономики, социальных и экологических условий проживания в Арктике. Эволюция важнейших геополитических факторов настоятельно диктует необходимость инновационного подхода при их учёте во всех сферах жизнедеятельности и, прежде всего, в обеспечении безопасности социума различного масштаба, поскольку устойчивое развитие может иметь смысл только в условиях обеспечения безопасности.

Глобализация представляет собой необратимый процесс интернационализации жизни мирового сообщества. Меняются привычные представления о таких понятиях, как пространство и время. Создалась ситуация, когда Россия

должна выработать новую стратегию в своей региональной политике с тем, чтобы не только сохранить целостность, но и осознать новую геоэкономическую роль в быстро меняющемся мире. Основным условием инновационности является не только новизна, но и научная обоснованность. Применительно к геополитическим факторам эволюция означает их развитие в динамике, позволяющее прогнозировать различные варианты, являясь научным обоснованием принимаемых решений, составляющим суть инновационного подхода. Эволюция геополитических факторов, определяющих российскую миссию в Арктике, заключается не только в усилении их влияния на процессы устойчивого развития, но и в перераспределении их удельного веса.

Географический фактор, определяемый её пространственным положением и природными ресурсами, для России является базовым. За XX столетие вследствие изменения территории России и новых подходов при определении внешних границ континентального шельфа в Арктике, эволюция географического фактора была значительной. В XXI в. произошло значительное «северение». Инновационным можно было бы полагать научное обоснование пространственных параметров государства, например, по пространственному распределению децильного коэффициента или коэффициента Джинни, но с точки зрения геополитики, в сегодняшних условиях это не реально. Можно лишь утверждать, что миссией России, определяемой географическим фактором, является поддержание динамического баланса между географией и управляемостью государства.

Политический фактор, отражающий тип государственности, организационную структуру управления, наличие гражданского общества, свободы прессы и т.д. должен преобразовываться эволюционно, без революций, последовательно шаг за шагом реализуя то, что мы умеем, для улучшения качества жизни большинства населения страны. Уместно вспомнить цитату из книги «Сингапурская история: из «третьего мира» в «первый» Ли Куан Ю, премьер-министра Сингапура, ставшей библией для политиков и экономистов: «Наши шансы не потерпеть неудачу будут лучше, если мы будем придерживаться трёх основных принципов, которые помогли нам преуспеть. Это – общественное согласие, достигаемое путём справедливого распределения плодов прогресса. Это – равные возможности для всех. Это – система продвижения по заслугам. Последнее особенно важно, когда речь идёт о людях, возглавляющих правительство». Можно утверждать, что миссией России, определяемой политическим фактором, является поддержание динамического обеспечения баланса между государственными и национальными интересами в этой регионе.

Экономический фактор определяется уровнем жизни народа, производственными, аграрными мощностями, транспортной инфраструктурой, связью и инфраструктурой, мобилизационными мощностями. Этот фактор является важнейшим, определяющим содержание и формы межрегионального и внутрирегионального взаимодействия. Эволюция экономического фактора позволяет утверждать, что главным фактором победы в «битве за Арктику» будет являться обеспечение более высокого качества жизни. Если качество жизни в регионе улучшается медленнее роста производства, налицо колониальный характер взаимодействий, болезнь экономики. Совместная кривая показывает, как избежать провалов, революционного варианта развития. Значительные изменения в социальной дифференциации, реакция на них населения могут стать социальным ограничителем, барьером на пути экономических реформ.

Транспортная инфраструктура включает в себя не только Северный морской путь, но и трансконтинентальные магистрали в широтном направлении. Создание единой транспортной системы на Крайнем Севере – одна из важнейших задач государственной политики. Важным элементом единой транспортной системы может стать международная автомагистраль ЕвРИКА протяженностью свыше 30 тыс. км, которой предстоит соединить Европу с Россией, Индией, Китаем, Японией и Америкой. Миссией России, определяемой экономическим фактором, является поддержание динамического баланса гармонизации между компонентами социума различного масштаба в этом регионе.

Военный фактор определяется уровнем развития и боеспособностью стратегических сил и сил общего назначения, развитием инфраструктуры тыла, уровнем подготовки кадров, международными договорами об ограничении и сокращении вооружений, степенью милитаризованности страны.

Эволюция военного фактора в Арктической зоне России весьма значительна: от создания ледовых аэродромов в Арктике в 1930-х гг., сосредоточения в этом регионе морских стратегических ядерных сил России и других государств в 1970-х, до серьезного наращивания военного присутствия США, Норвегии и других стран НАТО в Арктике в последнее десятилетие. В ближайшее время в этом регионе можно ожидать развития роботоподобных группировок для осуществления различных действий, включая военные, подготовку к ведению сетецентрических войн с применением различных видов нелетального оружия. И, хотя реальная «война за ресурсы» начнется лишь через несколько десятилетий, она неизбежна. Практически все виды деятельности в Арктике в той или иной степени связаны с интересами военной безопасности приарктических государств. Роль Военно-морского флота при решении

перечисленных задач будет возрастать, а качественное изменение сил и средств неизбежно повлияет на содержание военно-морских доктрин морских государств, в том числе, России. Миссией России, определяемой военным фактором, является поддержание динамического баланса между компонентами глобальной, региональной и национальной безопасности в этом регионе.

Экологический фактор определяется демографическим давлением на ограниченные ресурсы территории, истощением сырьевых ресурсов, отравлением и уничтожением системы жизнеобеспечения человека, растительности и животного мира, накоплением радиоактивных, ядовитых, взрывоопасных технологий и их отходов, стихийными бедствиями. Для решения экологических проблем в Арктике необходима разработка инновационных подходов, а миссией России, определяемой экологическим фактором в этом регионе, является поддержание динамического баланса влияния на окружающую среду между природными и антропогенными воздействиями.

Демографический фактор определяется составом населения и темпами его развития. Особенности его эволюции задаются общемировой тенденцией: резким ростом народонаселения в южных регионах (до 146% в Африке, 59% - в Латинской Америке, 57% - в Азии) и медленным ростом в северных регионах. Это неизбежно приведет к изменению состава населения в северных регионах. Инновационным направлением здесь должен стать не принцип толерантности, продемонстрировавший свою несостоятельность в Германии, Франции и других странах ЕС, а гармонизации отношений коренного и пришлого населения на основе принятия устойчивых традиций в регионе нероссийских этносов из соседних стран.

В контексте геополитических интересов демографическое развитие России является одним из важнейших факторов, определяющих российскую миссию в Арктике. Обладая вдвое меньшим по сравнению с СССР экономическим и демографическим потенциалом, Россия вынуждена поддерживать стабильность огромных по протяженности границ и решать военно-стратегические задачи, аналогичные тем, что решались Советским Союзом. Миссией России, определяемой демографическим фактором, является поддержание динамического баланса между компонентами социума различного масштаба в этом регионе.

Культурно-религиозный фактор определяется конфессиональными, национальными, культурными, трудовыми традициями. Для северных регионов необходимо рассматривать как традиции коренного населения, так и населения из других регионов, переселившегося в обозримый исторический период.

Культура должна освещать дорогу экономике, в противном случае последняя будет блуждать во тьме. Культурно-религиозный фактор определяет целостность российского государства, поскольку только творчество пронизано поиском смысла жизни. Миссией России, определяемой культурно-религиозным фактором, является поддержание динамического баланса между компонентами культурно-религиозного влияния на социум различного масштаба в этом регионе.

Этнический фактор в сегодняшнем мире является важнейшим, имеющим огромное значение. Он определяется интересами коренных национальностей в других государствах, уровнем и условием их участия в социальных процессах. Острота межнациональных отношений влияет на стабильность развития государства. Соотношение между этническими группами постоянно меняется. Сохранением баланса в этнических отношениях должно заниматься государственное и региональное управление раздела «Арктическая организация государства» для реализации декларируемой стратегии. Это же позволяет говорить о миссии России, определяемой этническим фактором, как о поддержании динамического баланса между этносами в социумах различного масштаба в этом регионе.

Интеллектуальный фактор определяется развитием науки, образования. В XXI в., когда наука и образование являются стратегическим ресурсом государства в целом и региона, в частности, интеллектуальный фактор становится важнейшим системообразующим фактором. На смену традиционному изречению «красота спасёт мир» приходит: «интеллект спасёт мир». Культура, наука, образование - это краеугольные камни развития государства. Страна, недооценивающая роль этих сфер, обречена на прозябание в будущем постиндустриальном мире. В арктической стратегии инженерное образование имеет морскую специфику, поэтому его дальнейшее развитие связано с эффективным использованием интеллектуального потенциала морских научно-образовательных центров и учебных заведений. Миссией России, определяемой интеллектуальным фактором, является создание условий его развития, как стратегического ресурса России и интеллектуального потенциала арктического сообщества в этом стратегическом ресурсе.

В возрождении геополитического значения России, реализации её арктической миссии существует объективная потребность. Без стабилизирующей роли России бескрайние просторы постсоветского пространства обречены на неупорядоченность в межгосударственных отношениях. Смысловое обобщение эволюции геополитических факторов, определяющее российскую миссию в Арктике, позволяет обосновать ряд направлений её реализации.

Первое - формирование Арктической организации государства для реализации Арктической доктрины России, определив, что концепция устойчивого развития предпочтительна уже потому, что в ней речь идет о смене конкурентного типа поведения на согласительный.

Второе - принятие и реальное выполнение Программы реализации Арктической доктрины России, включая военный аспект, поскольку стимулирующим доверие к решениям и мегапроектам, является конкретное и четкое, понятное «обывателю» научное обоснование любого мероприятия, чего нет в большинстве случаев. Это порождает у населения уверенность в некомпетентности руководителей, в умышленном искажении понятий и существа событий, являясь основанием для недоверия к власти.

Третье - реализация прорывного суперпроекта в Арктике, сопровождаемого мощным информационным обеспечением. Например, автономного планетного поселения, типа Умки или эко-города в кратере «Трубки мира» возле Мирного, или купольного города типа автономного поселения.

Четвёртое - осуществление скорейшей информатизации арктических регионов для вовлечения всего населения в информационное взаимодействие, что компенсирует сложность и дороговизну пространственного взаимодействия с помощью наземных, воздушных и любых других коммуникаций.

Пятое - развертывание PR-кампании арктических идеалов, перспективности арктических проектов для России, прозрачности финансовых потоков, поскольку необходимо мощное информационное обеспечение реализации Арктической доктрины. Пора прекратить разговоры об Арктике как источнике минерально-сырьевых ресурсов и перенести акцент на ресурсы человеческие, поскольку интеллектуальный ресурс, в отличие от материального, со временем только обогащается. Необходимо пропагандировать мужественную романтику этого региона, доказывая ответственность каждого за выполнение российской миссии в Арктике.

Шестое - предложение в международные организации приоритетных проектов и занятие лидирующих позиций в этих организациях, с учетом того, что миссия России в Арктике предполагает не преференции, а, прежде всего, ответственность, своеобразный «крест», который она должна нести с помощью всего мирового сообщества.

Седьмое - формирование в России как минимум двух рабочих группы Арктического совета, отражающих претензии России на лидерство в арктической политике. Даже Исландия имеет две рабочие группы, а в России нет ни одной. Такая группа может быть сформирована на базе Центра изучения Арктики.

Восьмое - интенсификация мер по вовлечению коренных народов Севера в общественно-социальные мероприятия региона, включая экспертизу проектов. Пока это получается плохо, не от хорошей жизни приходится землю покрывать трубами. Главной задачей является обеспечение лучшего качества жизни коренного и неаборигенного населения при прочих равных возможностях и силовой поддержке, без которой в современном и будущем мире говорить о соблюдении любых договорённостей просто несолидно.

Девятое - развитие интеллектуально потенциала Арктического региона путём повышения компетентности руководителей северных регионов на основе создания научных центров и их Ассоциации, как важнейшего интеллектуального фактора.

Во всех перечисленных факторах важнейшее значение принадлежит Санкт-Петербургу и его жителям. Обратим особое внимание на то, что карты, атласы, книги для пеших походов, электронные версии путеводителей, навигационные системы и пр. массовые информационно-имиджевые источники подключения потребителей к городу, также транслируют образ города как памятника архитектуры, исторической ценности, формируя в качестве цели путешествия – посещение культурных объектов, рассматривание памятников архитектуры, фотографирования, приобретения сувениров.

Хотя на открытках, картах, наружной рекламе показаны знаковые для Петербурга архитектурные объекты, присутствие этих объектов не настраивает на вовлечение в специфически арктическое петербургское смысловое пространство – они представлены именно в качестве «достопримечательностей», говоря иными словами, как объект «взгляда туриста». Визуальные репрезентации северной направленности должны придать городу ценность и значимость в ряду других крупных европейских городов.

Литература

1. Митько В.Б. Геополитические факторы, определяющие Российскую миссию в Арктике// Атомная стратегия XX1.-2013.-№ 5(78)-С.4-8.
2. Соболева К.В. Фотографирование как коммутативная практика//Известия СПбГЭТУ.-2010.- № 9-С. 135-140.
3. Соболева К.В. Ракурсы Петербурга: социологическая интерпретация визуальных образов// Известия СПбГЭТУ.-2011.- № 6 –С. 126-133.
4. Соболева К.В. Визуальные репрезентации северной столицы: социологический анализ//Цели развития тысячелетия и инновационные принципы устойчивого развития арктических регионов: сборник научных трудов АОАН.-СПб, 2011.-Вып.3-С.168-173.

Хакназаров С. Х.

**ВОПРОС О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ МЕЖДУ ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ
КОРЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРА И НЕДРОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ:
ОБ КОМПЕНСАЦИОННЫХ ВЫПЛАТАХ**

Обско-угорский институт прикладных исследований и разработок

В данной статье, анализируется вопрос о компенсационных выплатах, получаемых владельцами территории традиционного природопользования коренных народов Севера (КНС) Сургутского района Югры, за использование этих земель в промышленных целях от пользователей недр в теоретическом и социологическом плане. В частности обобщаются и анализируются результаты социологических исследований, проведенных на территории Сургутского района в 2006 и 2008 годах.

Следует отметить, что проблема взаимоотношений между пользователями недр и представителями (КНС) были и остаются одними из острейших и актуальнейших проблем при промышленном освоении природных богатств северных территорий в современных условиях.

Как отмечает И.Ю. Гладкий [1], среди всех социально-экономических последствий деятельности промышленных компаний в условиях Севера основным является отторжение территорий традиционного природопользования. Чаще всего их сокращение связано с антиэкологичным размещением нефтегазового комплекса, в том числе из-за низкой оценочной стоимости земли. На Аляске и в Канаде, помимо дифференциации земли по видам использования, проводится дифференциация по времени изъятия (постоянно, долгосрочно, среднесрочное, на один сезон и т. д.), а формы, размеры и правовой статус компенсационных выплат не являются единообразными. За отторг в пользу нефтегазовых компаний земли, коренные жители Арктики в США (Аляска) - 70% от всех поступлений в бюджет (налогов и других платежей); в Канаде - доли участия в соответствующей деятельности треть прав на Канадский арктический газопровод) и т. д. [1]

Как известно, практически все месторождения углеводородного сырья на территории Югры в основном находятся в пределах территорий традиционного природопользования (родовых угодий и общин) КНС.

Согласно данным В.Г. Логинова [2], более 40% родовых угодий передано (в той или иной степени) в долгосрочную аренду нефтяным компаниям. Столкновение интересов недропользователей и владельцев родовых угодий приводило и приводит к различным видам конфликтов. Выходом из сложившегося положения послужили экономические соглашения между владельцами родовых угодий и хозяйствующими субъектами, эксплуатирующими месторождения. В

них, помимо компенсаций владельцам родовых угодий и общинам, предусматриваются требования органов местного самоуправления по социально-экономическому развитию территорий компактного проживания КМНС, обустройству населенных пунктов. Нефтяные компании неохотно идут на заключение соглашений с родовыми национальными общинами, т.к. по организованности общины стоят на ступень выше отдельно взятого владельца родового угодья, с которым недропользователю проще договориться с меньшими для себя затратами.

Сотрудниками Обско-угорского института прикладных исследований и разработок (г. Ханты-Мансийск) с целью изучения современного экологического и социально-экономического состояния КНС Югры в 2006 и 2008 гг. были проведены этносоциологические исследования в ареалах их компактного проживания (в частности в ареалах Сургутского района).

Краткая характеристика района исследований. Общая площадь Сургутского района составляет 105,2 тыс. кв. км. Численность населения района составляет 118,1 тыс. чел. (на 01.01.2010 г.). 42% территории района занимают родовые (общинные) угодья (157 шт.), где проживают более 500 семей (более 2000 чел.) представителей КНС, которые занимаются в основном традиционными видами хозяйственной деятельности. Согласно данным В.Г.Логинова [2], средняя площадь одного родового угодья по Сургутскому району составила 53,7 тыс. га (по округу - 28,4 тыс. га). Общая численность КНС на территории района составила 3000 чел. (2,7% от населения района).

Полевые исследования проводились в анкетной форме. Анкеты содержали вопросы с вариантами ответов. Помимо анкет было много устных бесед по наиболее проблемным вопросам.

В исследованиях приняли участие:

- в 2006 г. 182 респондентов из числа КНС, из них мужчин 52,20%, женщин - 47,80%; эксперты (45): 35,56% мужчин, 64,44% женщин;
- в 2008 г. 229 респондентов из числа КНС, из них мужчин - 46,29%, женщины - 53,71%; эксперты (29): 31,03% мужчин, 68,97% женщин.

В ходе исследований нам было интересно узнать точку зрения жителей об экономических соглашениях между недропользователями и владельцами родовых угодий (общин) и компенсационных выплатах за ухудшение их жизненного пространства. Результаты ответа на вопрос «*Что Вы думаете об экономических соглашениях, которые заключаются между недропользователями и владельцами родовых угодий и общин?*», представлены в табл. 1.

Полученные результаты в 2006 г. (табл. 1) показывают, что большинство респондентов высказали мнение, что заключение экономических соглашений - это хорошо (50,55% и 37,78% соответственно представители КНС и экспертов). 21,43% представителей КНС ответили, что они против заключения экономических соглашений, а 18,13% считают, что это все равно только на бума-

ге и простая формальность для отвода глаз, что показывает недоверие респондентов к такой форме взаимоотношений.

Таблица 1

Мнение респондентов об экономических соглашениях, заключаемых между недропользователями и владельцами родовых угодий и общин (n=485), в % от опрошенных [3; 4]

Варианты ответов	КНС	Эксперты	В целом	КНС	Эксперты	В целом
	2006 (227)*			2008 (258)		
Да, это хорошо	50,55	37,78	48,02	3,42	6,67	5,04
Я против заключения экономических соглашений	21,43	17,78	20,70	0,85	3,33	2,09
Это все только на бумаге и простая формальность для отвода глаз	18,13	33,33	21,15	6,41	50,00	28,20
Затруднялись ответить	9,89	11,11	10,13	87,61	40,00	63,80

* - в скобках указана численность респондентов по годам

Как показывают данные повторного опроса (2008 г.), большинство респондентов из числа КНС (87,61%) затруднялись ответить на поставленный вопрос. Это, скорее всего, связано с тем, что в опросах 2008 г. данный вопрос прозвучал в другой форме: «Как Вы думаете, экономические соглашения, заключаемые между недропользователями и владельцами родовых угодий и общин, могут обеспечить общины и компенсировать их затраты?».

Такой результат позволяет нам предполагать, что полученные доходы по экономическим соглашениям не могут компенсировать затраты и обеспечить общины на должном уровне.

Как показывают данные, приведенные в табл. 2, меньшинство представителей КНС получают компенсационные выплаты за ущерб исконной среде от результатов хозяйственной деятельности различных организаций (недропользователей). А вот значительное большинство (37,93%) экспертов считают, что представители КНС такую компенсацию получают.

Далее нам было интересно узнать, получают ли представители КНС компенсационные выплаты за причинённый ущерб исконной среде обитания от хозяйственной деятельности различных организаций (недропользователей)? Мнение респондентов по данному вопросу представлено в табл. 2.

Таблица 2.

Распределение ответов на вопрос «Получают ли КНС компенсационные выплаты за причинённый ущерб исконной среде обитания от недропользователей?», n=258, в % [3; 4]

Варианты ответов	КНС	Эксперты
Да	15,28	37,93
Нет	6,99	24,14
Затруднялись ответить	77,73	37,93

Далее нам было интересно узнать мнение респондентов о том, какую компенсацию должно получить коренное население за ущерб от результатов промышленной разработки недр в ареалах их проживания. Полученные данные представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Мнение респондентов Сургутского района о том, какую компенсацию должно получить коренное население за ущерб от результатов промышленной разработки недр (n=485), в % от опрошенных* [3; 4]

Варианты ответов	КНС	Эксперты	В целом по массиву	КНС	Эксперты	В целом по массиву
	2006			2008		
Определенный процент дохода только от прибыли компаний	46,70	15,56	40,53	8,21	26,53	17,37
Определенный процент дохода только от общего дохода компаний	22,53	28,89	23,79	31,09	34,69	32,89
Гарантированные рабочие места	66,48	48,89	63,00	57,18	34,69	45,94
Компенсационные выплаты за ухудшение жизненного пространства	78,57	53,33	73,57	0,00	0,00	0,00
Создать региональный фонд развития традиционных промыслов на территориях, где ведется добыча полезных ископаемых	25,82	31,11	26,87	2,05	4,08	3,06
Затруднялись ответить	5,49	8,89	6,17	1,47	0,00	0,74

* Респондентам было предложено выбрать не более трех вариантов ответов.

Как видно из приведенных данных (табл. 3), большинство опрошенных района (2006 г.) считают, что коренное население должно иметь компенсационные выплаты за ухудшение их жизненного пространства (73,57% в целом по массиву) и гарантированные рабочие места (63% в целом по массиву). Вариант о получении определенного процента от общего дохода компании получил

поддержку меньшинства респондентов (24%). Идею создания регионального фонда развития традиционных промыслов на территориях, где ведется добыча полезных ископаемых, поддержало незначительное количество респондентов (27%). Если сравнивать, то относительное большинство респондентов из Ханты-Мансийского района поддержало эту идею (60%) [6].

Данные повторного опроса, проведенного в 2008 г., показывают, что респонденты из числа КНС и эксперты на первое место поставили вариант ответа о том, что КНС от результатов разработки недр должны иметь гарантированные рабочие места (57,18% и 34,69% соответственно). На втором месте, отметили вариант о получении определенного процента дохода только от общего дохода компаний (31,09% и 34,69% соответственно).

В отличие от опроса 2006 г., респонденты из числа КНС практически не поддерживали вариант создания регионального фонда развития традиционных промыслов в районах, где ведется добыча полезных ископаемых (2,05%).

Для сравнительного анализа приведем данные опроса, проведенного в Белоярском и Березовском районах и повторно – в Октябрьском и Кондинском районах округа в 2003 году. Большинство респондентов этих районов высказались за то, чтобы в качестве компенсации ущерба от результатов промышленной разработки недр коренное население имело гарантированные рабочие места (54,83%), а также получало выплаты за ухудшение их жизненного пространства (47,02%). Кроме того, 32,06% респондентов поддерживали вариант создания регионального фонда развития традиционных промыслов в районах, где ведется добыча полезных ископаемых. С последним вариантом жители Сургутского района (табл. 3) согласились практически в меньшей степени (27% в целом по массиву).

Было бы интересно узнать, что думают представители КНС и эксперты на местах, могут ли они делиться полученными в результате заключенных экономических соглашений доходами со всеми представителями коренных народов Севера по округу. В нашем опросе данный вопрос первоначально не рассматривался. Но он был предложен при опросе, проведенном исследователями Сургутского госуниверситета [5]. На вопрос: *«Как, на Ваш взгляд, должны распределяться доходы от экономических соглашений между владельцами родовых угодий и предприятиями нефтегазодобычи?»*, 50% (60,3) опрошенных ответили, что доходы должны принадлежать только владельцам родовых угодий; 10,4% (19,8) – доходы должны распределяться среди всех представителей коренных малочисленных народов Севера; 20,8% (9,5) – доходы должны распределяться среди всех работников традиционного хозяйства, независимо от национальности. Значения в скобках приведенные выше,

получены из анкет экспертов (в качестве экспертов выступали работники нефтегазодобычи и др. отраслей).

Отвечая на наш вопрос (2006-2008 гг.), «*Каким группам коренных народов Севера необходимо направлять полученные компенсационные выплаты по экономическим соглашениям?*» абсолютное большинство респондентов из числа КНС и эксперты отметили, что полученные компенсационные выплаты по экономическим соглашениям нужно направлять владельцам родовых угодий (72,69% и 91,55% в целом по массиву и соответственно по годам). Варианты о направлении, полученных компенсационных выплат коренным жителям района (или близлежащих территорий) и округа не получили явной поддержки.

В опросах 2008 г. данный вопрос прозвучал следующим образом: «Согласны ли Вы с тем, что компенсационные выплаты надо направлять», с вариантами ответов: 1) Владельцам родовых угодий; 2) коренным жителям близлежащих населенных пунктов; 3) Коренным жителям округа или района; Затрудняюсь ответить.

В заключение отметим, что взгляды респондентов по этим вопросам различны, и нет единого подхода в том, как должны выстраивать свои взаимоотношения недропользователи и представители коренных малочисленных народов Севера. Это объясняется тем, что, многие представители КНС, как правило, заинтересованы, чтобы в пределах их ТТП велись разработки углеводородного сырья, если будут соблюдаться условия природоохранных мероприятий, согласование по размещению объектов и транспортных коммуникаций, своевременной выплаты компенсаций по экономическим соглашениям. Величина последних значительно выше доходов, получаемых в традиционном секторе хозяйства.

Литература

1. Гладкий И.Ю. Географические основы этнической экологии. – С.Петербург, 2005. – 295 с.
2. Логинов В.Г. Социально-экономическая оценка развития природоресурсных районов Севера. – Екатеринбург: Инст-т экономики УрО РАН, 2007. – 311 с.
3. Хакназаров С.Х. О компенсационных выплатах владельцам родовых угодий (общин) по данным социологических исследований (на примере Сургутского района Югры) // Современные проблемы этноэкологии и традиционного природопользования: Материалы Всерос. науч.–практ. конф. (Улан-Удэ, 6-7.12.2010). – Улан-Удэ: изд-во БурГУ, 2011. - С.90-94.

4. Хакназаров С.Х. Компенсационные выплаты в аспекте социологических исследований: на примере Сургутского района Югры // Вестник угроведения №4(7). - Ханты-Мансийск, 2011. - С. 106-112.

5. Мархинин В.В., Удалова И.В. Традиционное хозяйство народов Севера и нефтегазовый комплекс: социологическое исследование в Ханты-Мансийском автономном округе. – Новосибирск: Наука, 2002. – 254 с.

6. Хакназаров С.Х. Природные ресурсы и обские угры / Под ред. Ф.Н. Рянского, Б.П. Ткачева. – Екатеринбург: изд-во «Баско», 2006. – 152 с.

Топалов И. В.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ВЕПСКОГО СООБЩЕСТВА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Председатель Региональной общественной организации
«Ленинградское областное общество Вепсов»,
вице – президент РОО «Национально – культурное Вепское общество»,
Ленинградская область, Санкт Петербург.*

Анализ политической ситуации в Вепском сообществе Ленинградской области, проблемы, пути их решения, темпы созревании общественного самосознания, напоминает обстановку сложившуюся в 1985г.-1996 годах прошлого столетия на территории Карельских Вепсов. Но имеются и существенные различия, как в самой ситуации (в первую очередь касательно изменений в правовой базе: с 1996г. Вепсы получили статус коренного малочисленного народа Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации), так и в подходах к осознанию этих проблем самими Вепсами. Возникают новые вопросы, появляются различные политические тенденции в развитии Вепского сообщества. Намечаются иные пути решения проблем.

По данным переписи 2010 года вепсов в Ленобласти – 1300 человек, т.е. за последние 10 лет отмечается значительное сокращение численности народа. Сохранение Вепского этноса на территории Ленинградской области является вопросом выживания народа. Вопрос кто называет себя Вепсом, далеко не праздный и не может определяться только его генетической основой. Последняя перепись показала: далеко не всегда, генетические носители, обозначали себя Вепсами. Поэтому для Вепской общественности стало понятным, что помимо генов, крайне важна и социальная позиция человека определяющего свою национальную принадлежность, напрямую зависящая от его личной и гражданской зрелости. Готовность потенцировать себя Вепсом определяется: конкретной политической ситуацией в стране, степенью личной

значимости человека в глазах общества и власти, отношения последних к нуждам и потребностям конкретного Вепса. Но такая позиция порождает и новые вопросы.

Сегодня для Вепсского сообщества области очень важно найти ответы на следующие вопросы:

- 1) Каково истинное количество Вепсов в Ленинградской области и Санкт Петербурге.
- 2) Кто таков Вепс в современном понимании, каковы признаки определяющие его личную национальную принадлежность?
- 3) Каково соотношение Вепсов, жителей сельских районов и городов?
- 4) Существует ли «городской» Вепс, если да, то есть ли у него специфические черты?
- 5) Как должны выстраиваться отношения между Вепсами города и деревни?
- 6) Имеет ли право считаться Вепсом ребёнок из смешанной семьи?
- 7) Как Вепсскому обществу и Государству относиться к людям, потенцирующим себя Вепсами?
- 8) Каким населённым пунктам следует придавать особый статус Вепских?
- 9) Каков статус граждан других национальностей в исторических населённых пунктах Вепсов?
- 10) Каким образом должны выстраиваться межнациональные отношения между ними и Вепсами, как на бытовом, так и на общественном уровне.
- 11) Как должны решаться вопросы предоставления и распределения социальных льгот, пенсий и тд. предоставляемых государством Вепсам.
- 12) Как сохранить культуру, язык, национальную самобытность Вепсов в интернациональных поселениях.

Необходимо определить, что из себя представляет Вепсская общественность в Ленинградской области и Санкт Петербурге сегодня. В каком состоянии она находится, способна ли решать общественные задачи по управлению жизнью Вепсской общины.

Наибольшая общественная активность Вепсов приходится на Лодейнопольский и Подпорожский муниципальные районы. Далее следуют Бокситогорский и Тихвинский муниципальные районы. Город Санкт Петербург, выступает в качестве поставщика научных и интеллектуальных кадров по изучению Вепсского сообщества, но как субъект общественного института Вепсов, находится в фазе начального развития.

Сегодня деятельность Вепсской общественности районов, как правило, ограничена решением своих чисто внутренних районных проблем и очень редко выходит за их пределы. В настоящий момент на территории Ленинградской области зарегистрировано и осуществляют свою деятельность три общественной организации Вепсов: основанная в 2003 году РОО «Национально-культурное Вепское общество» г.Спб, Президент Трифоев В.П.; зарегистрированная в июне 2012г, РОО «Ленинградское областное общество Вепсов», д.Вонозеро, Лодейнопольский р-н, Председатель Топалов И.В. и РОО «Вепсария» д.Винницы Подпорожского р-на, образованна в сентябре 2013г. руководит Лапикова М. М.. Но при этом в Ленинградской области нет единой общественной структуры, определяющей основные направления жизни Вепсского народа Ленинградского региона.

И этому есть объяснение, как с позиции исторической (Вепсская община традиционно всегда была замкнута на себя) так и нынешних реалий. На сегодня интересы Вепсов, их цели, задачи, потребности, финансы и их распределение, определяются исключительно из интересов муниципальной власти. Фактическое руководство вопросами жизнедеятельности каждой Вепсской общины осуществляется через соответствующие отделы и комитеты администраций. Но задачи последних строго ориентированы на решение проблем всего населения административных районов. А так как районы - места исторического проживания Вепсов, в основном отнесены к категории дотационных, то становится объяснимым, почему с позиции административного управления, внутренние проблемы Вепсов, зачастую не являются первоочередными. Сегодня Вепсская община области не имеет собственности, у неё нет реальных прав и в вопросах общественного самоуправления. Как пример: на сегодня нет ни одного центра Вепсской культуры, Вепского музея, народной мастерской, находящихся в прямом управлении Вепсской общественности.

Вепсская община, не имея финансовых и административных рычагов управления, не может контролировать ситуацию, по использованию частным бизнесом природных ресурсов, земли, леса, обеспечивать их экологическую безопасность. Частные предприятия, в том числе и леспромхозы, не являются подотчётными в своей деятельности Вепсской общине и крайне далеки от её проблем. Несмотря на все попытки государства создать правовую базу, для регулирования отношений между Вепским сообществом и современными производственными структурами, осуществляющими свою деятельность в местах исторического проживания Вепсов и использующих принадлежащие им ресурсы, к ним относится и Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 апреля 2006 г. № 536-р., на сегодня не существует эффективно действующей правовой экономической модели общественного самоуправле-

ния в местах исторического проживания Вепсов на территории Ленинградской области.

Сложилась ситуация, при которой Вепсская общественность Ленинградской области фактически отстранена от рычагов управления собственной жизнью и в лучшем случае, выступает в роли просителя, критика или оппозиции по отношению к действиям власти, но никак не её партнёром. Что однозначно является недопустимым.

При всём обилии в средствах массовой информации и интернете, научных и публичных публикаций по Вепсской тематике, они не носят системного характера. Информация является разрозненной, непоследовательной, а зачастую и противоречивой, что говорит об отсутствии единого информационного поля по освещению проблем Вепского сообщества в Ленинградском регионе. Публикация непроверенной информации приводит к искаженному восприятию обывателем вопросов истории, культуры, языка Вепсов Ленинградской области. Отсутствие достоверной информации о жизнедеятельности и процессах происходящих внутри различных Вепских общин, на фоне существующей слабости контактов между ними, приводит к тому, что дискредитируется сама идея общественного управления у Вепсов области.

Тем не менее, в случае крайней необходимости (например, в случаях попыток местной власти сократить ассигнования на поддержку Вепской культуры, ликвидировать социальные койки в больнице, закрыть Вепскую школу и тд.) Вепсская общественность умеет объединяться и действует достаточно эффективно.

Таким образом на сегодня:

- в Ленинградской области имеется насущная потребность в организации разрозненных Вепских общин в единое целое,
- назрела жизненная необходимость создания в Ленинградской области, единого информационного пространства для малых коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации,
- необходима единая тактика поведения, и должна быть разработана устойчивая схема отношений Вепской общественности с Государством и его властными структурами,
- изменена, в соответствии с потребностями настоящего времени и развиваемая в дальнейшем, правовая база, ориентированная на обеспечение прав и свобод малых коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, на территории Ленинградской области.

Об этих проблемах и шла речь на межрегиональном Круглом столе «Вепсы Ленинградской области сегодня», состоявшегося 6 июля 2013г. в де-

ревне Вонозеро Алеховщинского сельского поселения Ленинградской области. Было отмечено, что анализ нынешнего состояния вопросов государственной и административной поддержки национальных общин малых народов Севера РФ и в частности поддержки Вепсов Ленинградской области, показал наметившиеся в последнее время положительные тенденции. Развивается законодательная база и инициатива в плане развития и поддержки малых северных народов РФ, как со стороны центрального государственного аппарата, так и региональных администраций. Отмечается приход в местные управленческие и административные органы новых, инициативных, ориентирующихся в межнациональных и культурных особенностях народов РФ, руководителей - Администраторов хорошо понимающих и выполняющих стратегию центральной власти по отношению к национальным меньшинствам, в том числе и народа Вепсы.

Правомочно сделать вывод, что сегодня на территории Ленинградской области, происходит объединение целей и ресурсов Государства и Вепсской общественности, имеются все предпосылки для формирования на территории области организованных общественных институтов Вепсов. Поэтому резолюцией круглого стола стало решение: взять под общественный контроль процесс создания новых общественных структур в районах компактного проживания вепсов Ленинградской области, и оказывать им соответствующую разноплановую поддержку, а так же, по согласованию с профильными комитетами и структурами Правительства Ленинградской области, начать подготовительную работу по подготовке и проведению I организационного съезда Вепсов Ленинградской области.

Таким образом, совместными усилиями Государства и Вепсской общественности, создаются предпосылки для возрождения на территории Ленинградской области, в форме «Национальной общественной Волости Вепсов», общественного института Вепсов.

Литература:

1. Закон Российской Федерации от 20 июля 2000 года № 104-ФЗ Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 апреля 2006 г. № 536-р об утверждении Перечня коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации.
3. Распоряжение Правительства РФ от 21 ноября 2007 года N 1661-р Об утверждении Концепции федеральной целевой программы "Экономическое и социальное развитие коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока до 2015 года".

4. Распоряжение Правительства РФ от 8 мая 2009 г. № 631-р об утверждении перечня мест традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации, и перечень видов традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации.

5. Распоряжение от 4 февраля 2009 г. N 132-р; «Концепция устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации».

6. Материалы международного семинара: "Этнокультурное развитие национальных меньшинств на Северо-Западе России, в Северных странах и странах Балтии". Петрозаводск, 19-20 октября 2011г. «Сборник Публикаций материалов семинара по вопросам национальных меньшинств, Петрозаводск, 19-20 октября 2011 г.».

7. Материалы межрегионального Круглого стола «Вепсы Ленинградской области сегодня», 06.07.2013г. деревня Вонозеро Лодейнопольского р-на, Ленинградской области.

8. Данные <http://ru.wikipedia.org/wiki/>)

9. Данные интернетпортала www.lenobl.ru правительства Ленинградской области;

СОДЕРЖАНИЕ

Макаров В.В., Куреев Р.С., Ализаде Т.О. МОДЕЛИ МОНИТОРИНГА И БЕЗАВАРИЙНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В СЕЙСМООПАСНЫХ РЕГИОНАХ АРКТИКИ.....	3
Митько В.Б., Митько А. В., Зимин Н.С. АЛЬТЕРНАТИВНАЯ КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОБСТАНОВКИ В АРКТИКЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	11
Бродский П.Г, Илюхин В.Н. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ – АКТУАЛЬНЫЙ ВОПРОС РАЗВИТИЯ АСО МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	19
Митько А.В., Балашов К.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДВОДНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПОДВОДНОГО МОНИТОРИНГА В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ.....	29
Пивоваров А.Н. К ВОПРОСУ О ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	34
Глухов А.Т. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕК- ТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА В АРКТИКЕ.....	37
Поливанов В.В. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧС.....	43
Козловский С.В., Сковородников А.П. АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ ПРИ ОСВОЕНИИ РЕСУРСОВ АРКТИКИ.....	49
Куракина Н.И., Нассер С.С. С. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОПРОСАХ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ.....	54

Куракина Н.И., Ивлиев И.А. ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО УДЕЛЬНОМУ КОМБИНАТОРНОМУ ИНДЕКСУ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ НА БАЗЕ ГИС.....	57
Минина А.А., Жданова Е.Н. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДА НОРИЛЬСКА НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	60
Минина А.А., Лебедева В.А. ВЛИЯНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА НА УЧАСТОК ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	64
Алексеев В.В., Орлова Н.В., Шишкин И.А. ГИС «МЕЛИОРАЦИЯ». ПОЛУЧЕНИЕ ОЦЕНОК СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТА НА ОСНОВЕ КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	69
Алексеев В.В., Орлова Н.В. ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЕФЕКТА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ.....	75
Алексеев В.В., Шишкин И.А. ГИС «МЕЛИОРАЦИЯ». ЦЕЛИ И ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ.....	79
Горбачева А.А., Яковлев В.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ВЕРОЯТНОГО ЗНАЧЕНИЯ ДЛИНЫ ПОЛОСЫ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.....	85
Орлова Н.В., Бугрова О.А. ПОЛУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ НА БАЗЕ ГИС...	89
Алексеев В.В., Минина А.А., Крупко П.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ.....	93

Веремьев В.И., Михайлов В.Н., Попов А.Г. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ВЕТРОВОЛНОВОЙ И ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ НА БАЗЕ КОРАБЕЛЬНЫХ НАВИГАЦИ- ОННЫХ РЛС И РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ КВ ДИАПАЗОНА	98
Кушнеров А.И., Михайлова Л.М., Шишкин А.И. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙ- СТВИЯ НА ВОДНЫЙ БАССЕЙН.....	104
Вольф И.В., Епифанов А.В., Антонов И.В. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РЕЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕО- ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	110
Абраменко К.Г., Яковлев В.В. КРАТКИЙ ОБЗОР ФЕДЕРАЛЬНЫХ НОРМ И ПРАВИЛ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	114
Шульга А.Г., Яковлев В.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА БОРЬБЫ С ПОЖАРАМИ ПРИ РАЗЛИВАХ НЕФТИ НА АКВАТОРИИ.....	118
Шаурина А.М., Яковлев В.В. ОЦЕНКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ.....	122
Басенко В.Г. ПРОБЛЕМА ПРАВОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	129
Абраменко Е.И., Яковлев В.В. МЕТОДИКА РАСЧЕТА РИТМИЧНЫХ ПОСТАВОК НЕФТИ ИЗ РЕЗЕРВУАРОВ.....	132
Калякин И.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ЗАДЕРЖЕК, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СКОЛЬЗЯЩЕГО ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.....	135
Климов Н.М., Королев П.Г., Царева А.В. АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	139
Гаврилов В.В. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОКОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ.....	143

Богданов Д.В. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ СВЕРХШИРОКОПО- ЛОСНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ И НАВИГИЦИИ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ.....	147
Качанов Б.Я., Любомиров А.М., Любомиров Я.М. ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ АКТИВНЫХ ИЛОВ И СОЗДАНИЕ СО- ПУТСТВУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БАЗЫ.....	149
Королев П.Г., Кузьмина Н.А., Романцова Н.В., Царева А.В. КОМПОНЕНТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	154
Канаев А.К., Камынина М.А. ПОДДЕРЖАНИЕ ЗАДАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИ- ВАНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ И НЕТОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ЭЛЕМЕНТОВ СПД.....	158
Евглевская Н.В., Привалов А.А., Рыхлов П.В., Чалов И.В. УСТРОЙСТВО ВЫДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ, ОСВЕЩАЕМЫХ КОМПАКТНЫМИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМИ ЛАМПАМИ.....	163
Митянин Е.А. АЛГОРИТМЫ ОЦЕНКИ ОТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ ДЛЯ КАМ – СИГНАЛОВ.....	166
Алексеев В.В., Коновалова В.С. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕННЫХ ДАННЫХ ПОЛУЧЕННЫХ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ.....	171
Кабанов М.В. РЕАЛИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА ПОДАВЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ЭХА.....	175
Митько В.Б., Соболева К.В. РОЛЬ ВИЗУАЛЬНЫХ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	180
Хакназаров С. Х. ВОПРОС О ВЗАИМООТНОШЕНИЯХ МЕЖДУ ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ КОРЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРА И НЕДРОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ: О КОМПЕНСАЦИОННЫХ ВЫПЛАТАХ.....	189

Топалов И. В.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

РАЗВИТИЯ ВЕПСКОГО СООБЩЕСТВА

В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ..... 195