

Об обеспечении экологической и биологической безопасности в морях на российском Дальнем Востоке

В. Н. Бочарников, д-р биол. наук,
Я. Ю. Блиновская, д-р техн. наук

Морской государственный университет имени адмирала Г. И. Невельского, г. Владивосток

e-mail: blinovskaya@msun.ru

Ключевые слова:

биологическая безопасность, экологическая безопасность, моря Дальнего Востока, геоинформационные системы, базы данных, нефтегазовый комплекс, районы ограничения антропогенной деятельности, дальневосточный шельф.

Дальневосточный регион уникален по своей природе. В связи с интенсивным освоением природных ресурсов Дальнего Востока на повестке дня остро стоит вопрос об обеспечении экологической и биологической безопасности в Дальневосточных морях России, характеризующихся высокой биопродуктивностью, большими рыбными запасами и высокой уязвимостью к негативному антропогенному воздействию. В статье рассматривается использование геоинформационных систем и научных баз данных для мониторинга и контроля обстановки. Дан обзор существующих отечественных и зарубежных информационных ресурсов, которые можно использовать для мониторинга, обеспечения экологической безопасности и принятия управленческих решений в чрезвычайных экологических ситуациях, при разработке проектов и стратегий развития производства в регионе.

1. Проблемы биобезопасности морей Дальнего Востока

Морские акватории обладают колоссальным природно-ресурсным потенциалом. Дальневосточные моря не исключение, более того, традиционно данный регион рассматривался как ресурсная база, освоение которой является важным элементом государственной стратегии. Высокая концентрация природных ресурсов повышает вероятность экологических и иных угроз при их освоении.

В настоящее время к приоритетным направлениям исследований на Дальнем Востоке относятся вопросы экологической и биологической безопасности. Эти понятия взаимосвязаны. Под *биологической* безопасностью понимается сохранение живыми организмами своей биологической сущности, качеств, системообразующих связей и характеристик. *Экологическая* безопасность — совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающая баланс в окружающей среде и не приводящая к ущербу для природной среды и человека [1]. Обеспечение биологической безопасности ведет к сохранению и устойчивости экологического баланса. Таким образом, в данном обзоре понятия биологическая

и экологическая безопасность можно использовать как синонимы.

Следует отметить, что человек как биологический вид вступает в конфликтные отношения с метаболизмом экосистемы [2]. В биосфере живые организмы адаптируются к оптимальным для каждого вида условиям среды, а природная среда регулярно изменяется в суточном, годовом и многолетнем циклах. Поэтому экосистемы функционируют в режиме перманентной адаптации к меняющимся сочетаниям внешних факторов. Следовательно, догоняющий режим адаптации экосистем, в том числе и с учетом антропогенного воздействия, скорее норма, чем исключение. Есть принципиальное различие в реакции экосистемы и организма на изменение факторов среды: организм в ответ на изменение факторов изменяет функцию, сохраняя структуру, а экосистема меняет структуру, сохраняя функцию.

Выбирая методический подход к оценке безопасности на Дальнем Востоке, мы используем пространственную иерархическую пирамиду, основание которой составляют региональные показатели (бассейны морей Дальнего Востока), а вершину — локальные, в том числе контактные зоны, например, бассейн

реки Туманная, Амурский залив, Татарский пролив, северо-восточное побережье Сахалина и т.п.

Природные условия морей Дальнего Востока весьма сложные. В число наиболее важных факторов, определяющих подходы к обеспечению экологической безопасности, входят: ледовые условия, ограниченная видимость, обусловленная туманами, экстремальные значения температуры и скорости ветра и др. И при чрезвычайной ситуации, когда высока степень неопределенности, важно выявить зависимость принимаемых решений от условий окружающей среды, чтобы минимизировать негативное воздействие. Очевидной становится необходимость использовать современные информационные средства, позволяющие оперативно принимать эффективные решения на основе оперативно организованной и обработанной информации.

В мировой практике выделяется способ решения данной задачи, который заключается в использовании принципов комплексного управления прибрежными зонами (КУПЗ) [3, 4]. Методы КУПЗ направлены на преодоление существующих конфликтов и предотвращение новых. В качестве одного из таких методов следует отметить *выделение районов ограничения антропогенной деятельности* (РОАД) с целью обеспечения экологической безопасности [5]. Использование современных геоинформационных технологий позволяет повысить эффективность планирования и управления безопасностью.

В связи с этим следует отметить активное развитие нефтегазохимического кластера в регионе. Формирование данной отрасли на Дальнем Востоке идет ускоренными темпами, что определено планом развития газо- и нефтехимии России до 2030 г.

Деятельность нефтегазового комплекса входит в число основных факторов выделения РОАД. На Дальнем Востоке уже более десяти лет ведется добыча нефти на северо-восточном шельфе Сахалина. С 2009 г. осуществляется отгрузка нефти в специализированном порту Козьмино в рамках проекта нефтепровода «Восточная Сибирь — Тихий океан». В 2016 г. Роснефть планирует запустить первую очередь нефтехимического завода в Приморском крае, который, по прогнозам, станет одним из крупнейших производителей полимеров в России. Все это в перспективе предопределяет не только высокий риск трансграничных загрязнений, но и актуальность поиска эффективных методов управления экологической безопасностью, в том числе в информационной сфере.

Проблемы безопасности наиболее ярко проявляются при загрязнении, вероятность которого возрастает с учетом долгосрочной стратегии развития Дальнего Востока России, утвержденной распоряже-

нием Правительства Российской Федерации № 2094-р от 28.12.2009 г. Нормальное функционирование экосистем и качество жизнедеятельности человека зависит от всех компонентов и свойств системы «человек — природа — общество». Исследование окружающей среды, в том числе морской, позволяет выявить обратные связи между загрязнением и способностью среды выполнять свои функции. С одной стороны, ее ассимиляционная способность призвана предотвращать негативные последствия, с другой — превышение допустимого уровня воздействия приводит к дисфункции природы, что вызывает деграционные процессы и создает угрозу для экологической безопасности. Информационный аспект этих процессов исследуют относительно недавно, так как последствия загрязнения прогнозировать традиционными методами сложно. Как показывает карта (рис. 1, с. 3 обложки), районы ограничения антропогенной деятельности в регионе тесно граничат с районами разработки и транспортировки нефти, что требует более тщательного подхода к обеспечению экологической безопасности.

Любая разработка стратегического уровня основана на большом и разнообразном информационном массиве, характеризующем географические условия, ресурсы и ограничения территории. Таким образом, именно геоинформационное обеспечение позволяет интерпретировать поступающую информацию и представлять ее в необходимом пользователю виде, включая карты, модели, отчеты. Геоинформационные системы (ГИС) прочно вошли во многие предметные области знаний. Повсеместным стало их использование в природоохранной сфере, в составлении кадастров, управлении природными ресурсами.

2. Геоинформационные системы в решении проблем биобезопасности на Дальнем Востоке

Разработка ГИС для решения проблем в природоохранной сфере, включая вопросы биобезопасности, основана на использовании пяти основных принципов: а) системный подход; б) моделирование изображения; в) сочетание растрового и векторного форматов для ввода-вывода данных; г) максимально тщательный подбор и спецификация данных; д) разработка концептуальной базы знаний в пределах конкретного проекта.

Возможности ГИС обширны и не ограничиваются процедурами пространственного анализа. Развитие дистанционных методов позволяет использовать, например, спутниковые данные для повышения оперативности принимаемых решений. Проводимый таким образом мониторинг загрязнения морской среды становится эффективнее, что способствует

не только интеграции различных параметров и учета интересов природопользователей, ведущих свою деятельность на акватории, но и обеспечению биобезопасности. Это особенно актуально для динамично меняющихся сред, таких, как морская акватория, где ситуацию, например, при аварии, необходимо оценивать оперативно.

Использование ГИС в области природопользования и охраны окружающей среды расширяется, особенно перспективным считается применение ГИС при оценке и прогнозировании загрязнений, в том числе трансграничных. Так, с помощью ГИС удобно моделировать влияние распространения загрязнения от точечных и пространственных источников на суше, в атмосфере и гидросфере. Результаты моделирования можно сопоставить с картами основных параметров окружающей среды, что позволит оперативно оценить будущие последствия чрезвычайных ситуаций, например разливов нефти (рис. 2, с. 3 обложки).

Можно выделить основные направления использования ГИС в обеспечении экологической и биологической безопасности.

- *Управление экологической безопасностью*: оценка риска чрезвычайных ситуаций, проектирование и прогнозирование развития событий, оптимизация мер по предотвращению негативного воздействия с учетом местных природных и социально-экономических условий.
- *Моделирование* процессов в природной и антропогенной средах.
- *Мониторинг* состояния окружающей среды в районах повышенного антропогенного воздействия. Особенно актуально формирование системы мониторинга в зонах ответственности морских портов, где высока концентрация различных загрязнителей.
- *Обоснование и проектирование* особо охраняемых природных территорий.
- *Логистические операции*, проектирование навигационных маршрутов, определение областей смены балластных вод, снижение угроз.
- *Экологическое просвещение и образование*
- *Проектирование экспертных систем* и баз данных.

Геоинформационное картографирование шельфовых зон и, соответственно, разработка на этой базе ГИС по обеспечению экологической безопасности, представляет собой новое и достаточно перспективное направление. Несмотря на большой объем картографического материала, мало природоохранных ГИС, ориентированных на прибрежно-морскую среду. При этом существующие ГИС характеризуются локальностью и высокой степенью генерализации. Это связано с недостаточной изученностью морских акваторий, сложностью оцифровки имеющейся кар-

тографической информации, спецификой подходов к разработке морских ГИС.

Рассматривая информационные ресурсы о состоянии морской среды Дальневосточного региона, следует отметить, что перечень доступных ГИС и баз данных постоянно увеличивается. Однако большая их часть характеризуется узкой специализацией и обособленностью. Это усложняет принятие эффективных решений в обеспечении экологической безопасности, поскольку для этого необходима информация разного рода, которая должна быть картографически согласована и своевременно визуализирована. Для обеспечения безопасности, особенно при чрезвычайной ситуации, необходимо оперативно принимать решения. Объемный набор данных, содержащихся в базе и / или экспертной системе, не имеет смысловой нагрузки без проведения аналитических процедур. Особенно это касается данных из различных источников. ГИС позволяют их интерпретировать в соответствии с требованиями текущей ситуации и выявлять ключевые моменты, определяющие принятие решения. Таким образом, оперативное картографирование стало одним из наиболее популярных средств принятия решений в природоохранной сфере. Можно привести множество положительных примеров применения в современной практике средств оперативного картографирования. Но, по нашему мнению, важнее отметить его основные принципы и области наиболее вероятного эффективного применения, а также наиболее подходящие аппаратно-программные платформы и средства реализации.

В качестве примера можно привести информационно-аналитическую систему для принятия решений по предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций. Так, на базе Морского университета им. адм. Г. И. Невельского разработана информационная система предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефти (рис. 3, с. 3 обложки). Она позволяет оптимизировать процесс обеспечения экологической безопасности при транспортировке нефти и с учетом имеющихся сил и средств достичь наиболее эффективного результата.

Экологическая безопасность при организации перевозки нефти на акватории зависит от надежности инженерных решений, соблюдения установленных режимов эксплуатации, надежности функционирования технологических систем, организации и соблюдения установленной последовательности выполнения работ и операций. Все работы и операции выполняются при участии специалистов разных уровней. Поэтому безопасность работ в большой степени зависит от квалификации и исполнительской дисциплины персонала. ГИС позволяет оптимизировать и отображать в картографической форме маршруты выдвижения

сил и средств в зону разлива, места складирования и утилизации нефтепродуктов, создавать схемы оповещения и связи для локализации и ликвидации последствий аварийных разливов нефти.

ГИС используются для моделирования распространения загрязнения и его влияния на природные комплексы и отдельные компоненты географической оболочки. Результаты модельных расчетов можно наложить на природные карты, например, карты растительности, или на карты жилых массивов в данном районе, или другие типы аналитических карт, характеризующих состояние природной среды. Также очевидным представляется процесс разработки кадастров на основе ГИС-технологий.

3. Обзор информационных ресурсов и баз данных по состоянию морей

Рассматривая информационную обеспеченность экологической безопасности, следует отметить, что и настоящее время разработаны и используются ряд ГИС и баз данных, предоставляющих доступ к ресурсам о состоянии прибрежно-морской среды. Из давно функционирующих информационных ресурсов следует отметить разработки Тихоокеанского океанологического института (ТОИ) ДВО РАН.

- С 1998 г. работает интегрированная база информационных ресурсов Ocean Far East Online (<http://www.pacificinfo.ru/>), где содержатся данные по океанографии и состоянию морской среды Дальневосточного региона России. Этот специализированный сайт является сегментом Единой системы информации об обстановке в Мировом океане и интегрирует ресурсы по различным аспектам океанологии, гидрометеорологии и экологии северной части Тихого океана.
- В 2000 г. разработана океанологическая информационно-аналитическая система (<http://oias.poi.dvo.ru/>). В ней представлен архив океанологических данных и интерактивная картографическая система, характеризующая северо-западную часть Тихого океана, в том числе Дальневосточные моря России. Однако данная система имеет обзорный характер и доступ к ней ограничен.
- С 2007 г. существуют GRID-портал «Биологическая безопасность Дальневосточных морей Российской Федерации» и телекоммуникационная система видеомониторинга залива Петра Великого, но доступ к данным разделам определяется только руководителями работ по направлениям.

Более доступный ресурс Центра спутникового мониторинга Института автоматизации и процессов управления (<http://satellite.dvo.ru>) действует с 2004 г. На данном портале ведутся ежедневный непрерыв-

ный прием спутниковой информации, ее обработка, формирование справочной информации и создание архива. Хранящиеся данные весьма полезны для разработки разновременных прогнозов с целью обеспечения экологической безопасности на море. Комплекс позволяет осуществлять полностью автоматический прием и первичную обработку данных высокого разрешения с полярно-орбитальных и геостационарных спутников и предоставлять данные об атмосферных и гидродинамических характеристиках, необходимых, например, для планирования рубежей локализации загрязнения и выбора принципов реагирования.

Практически каждый профильный научно-исследовательский институт Дальневосточного региона разрабатывает и поддерживает информационные сервисы, содержащие частично или полностью данные, направленные на обеспечение экологической безопасности. Среди них следует отметить подразделения Дальневосточного отделения РАН, Морской университет им. адм. Г. И. Невельского, Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт (ДВНИГМИ), Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-центр) и др.

Из международных ресурсов выделяется комплекс баз данных, разрабатываемых в рамках программы NOWRAP UNEP (План действий по охране окружающей среде в северо-западной части Тихого океана) (www.nowrap.org). Региональные подразделения, базирующиеся в каждой из стран — участниц альянса NOWRAP, предоставляют информацию о состоянии морской среды региона, которая концентрируется и обрабатывается в региональном центре по информационным ресурсам (DINRAC). В настоящее время этот ресурс представляется наиболее полным для целей обеспечения экологической безопасности, поскольку в нем представлены данные по разным типам загрязнителей, ресурсная база для предотвращения загрязнения, ведется широкий обмен информацией и осуществляется регулярное обновление.

В глобальной сети получили распространение тематические базы данных. Так, нефтяная ассоциация Японии поддерживает ресурс о системе предупреждения и ликвидации разливов нефти на акваториях (<http://www.pcs.gr.jp>). Здесь не только показана статистика разливов, но и ведется обмен информацией между научно-исследовательскими институтами и тренинговыми центрами, приводятся результаты совместных мероприятий, включая командно-штабные учения, конференции и выставки оборудования.

Необходимо отметить разработки Японского национального института экологических исследований, которые содержат результаты экологического мониторинга морей Восточной Азии (<http://db.cger>).

nies.go.jp). В базе данных содержится информация как о стандартных океанографических параметрах, так и о биогенах, планктоне, загрязняющих веществах, других экологических параметрах.

Корейский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (<http://www.nfrdi.re.kr>) разработал базу, содержащую подробное описание и классификацию морских организмов, обитающих в корейских водах. Данные разработки могут служить основой для биоиндикации. Так, на сайте имеются результаты совместных исследований воздействия радиоактивных вод на рыбные ресурсы после аварии на АЭС Фукусима-1 в 2011 г. Также рассматривается информация о красных приливах, их причинах и последствиях.

Институт океанологии Китайской академии наук (<http://www.qdio.ac.cn>) проводит экологические исследования и изучение биоразнообразия, которые расширяют представления об экологической безопасности в регионе. Например, лаборатория динамических процессов морской среды и экосистем проводит исследования загрязнения морской среды с целью разработки механизмов регулирования природопользования в прибрежно-морской зоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козин В. В., Петровский В. А. Геоэкология и природопользование. Понятийно-терминологический словарь. Смоленск: Ойкумена, 2005. — 576 с.
2. Керженцев А.С. Бесконфликтный переход биосферы в ноосферу — разумный выход из экологического кризиса // Вестник РАН. 2008. Т. 78. № 6. С. 513–520.
3. Shilin M., Gogoberidze G. (eds.) Exit from the Labyrinth: Integrated coastal zone management in the Kandalaksha district, Murmansk region of the Russian Federation // Coastal Region and Small Islands Papers, 21 / UNESCO. Paris, 2006..
4. Денисов В.В. Комплексное управление прибрежными зонами — КУПЗ // Основные концепции современного берегопользования. СПб.: изд-во РГГМУ, 2009. С. 224–286.
5. Блиновская Я.Ю., Гаврило М. В., Гогоберидзе Г.Г., Книжников А.Ю., Суткайтис О.К., Пухова М.А., Патин С.А., Шилин М.Б. Методические подходы к выделению в замерзающих морях районов, ограниченных для деятельности нефтегазового комплекса // Морские берега — эволюция, экология, экономика: Материалы XXIV Международной береговой конференции, посвященной 60-летию со дня основания Рабочей группы «Морские берега» (Туапсе, 1–6 октября, 2012 г.). Т. 2. Краснодар: Издательский дом — Юг, 2012. С. 2–28.

Ensuring of Ecological and Biological Safety in Far East Russia's Seas

B.N. Bocharnikov, Doctor of Biology, Maritime State University named after G.I. Nevelskoy, Vladivostok

Ya.Yu. Blinovskaya, Doctor of Engineering, Maritime State University named after G.I. Nevelskoy, Vladivostok

The Far East region is characterized by natural uniqueness. Due to the intensive exploitation of its natural resources there is a sharp question on the agenda related to ensuring the ecological and biological safety in Russia's Far East seas, which are characterized by high biological efficiency, large fish supplies and high vulnerability to negative anthropogenous impact. The use of geoinformation systems and scientific databases for monitoring and situation control is considered. The review of existing domestic and foreign information resources which can be used for monitoring, ensuring ecological safety and adoption of administrative decisions in case of emergency ecological situations, when developing projects and strategies related to production evolution in the region is given.

Keywords: biological safety, ecological safety, Far East seas, geoinformation systems, databases, oil and gas complex, anthropogenous activity restriction areas, Far East shelf.