

УДК 504.75

**ЛЕМЕНКОВА ПОЛИНА АЛЕКСЕЕВНА**

Карлов Университет в Праге, Институт экологических исследований  
pauline.lemenkova@gmail.com

**ОРГАНИЗАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ МНОГОУРОВНЕВОГО  
ИНТЕГРАЛЬНОГО ГИС-ПРОЕКТА ПО МОРСКОЙ ЭКОЛОГИИ**

*Работа представляет методическую разработку по организации экологической базы данных на примере акватории Баренцева моря. На основе экологической информации создается специализированная база данных, обобщающая имеющиеся материалы о географических и экологических характеристиках изучаемого региона. Полученные обобщающие данные обеспечивают выполнение сравнительных экологических оценок, а также возможность математического ГИС-моделирования. Организация данных в единой базе позволяет редактировать информацию в режиме реального времени, находить и исправлять ошибки, корректировать процесс моделирования.*

Организация тематического ГИС-проекта — неотъемлемая часть эффективного экологического анализа приморского региона [1]. Спроектированный интегральный ГИС-проект экологического состояния Арктического бассейна имеет блочную-тематическую структуру, организованную на основе содержательно-функционального принципа классификации картографического материала [2]. Предложенный ГИС-проект включает в себя свыше 100 карт на акватории Арктических морей с базами данных. При работе над проектом помимо традиционных карт, являющихся основным каркасом базы данных, используются картографические материалы из интернет-ресурсов по ссылкам.

1. Литологический блок включает информацию по кластерам: геологическое строение дна, геологическое строение прибрежных регионов, тектоническое строение дна, геоморфологическое строение дна, геоморфологическое строение прибрежных регионов, батиметрия дна Арктических морей, почвенный покров прибрежных территорий, новейшая тектоника, четвертичные отложения, орографическое строение дна Арктического бассейна, землетрясения и вулканы, типы берегов, геофизика, литодинамика). Геоморфологическое строение береговой зоны в значительной степени влияет на время естественной очистки берега от нефтяного загрязнения, на сложность его механической уборки, кроме того эта характеристика во многом определяет биопродуктивность прибрежной зоны. Комплексная характеристика структуры побережья и литологических особенностей береговой зоны, находят свое выражение в индексации побережья, где каждому участку береговой зоны присваивается идентификационный номер степени устойчивости объекта к антропогенной нагрузке (ID). Среди типов

побережий арктических морей в настоящем проекте используются следующие: 1) открытые выходы непроницаемых пород, 2) скально-глыбовые развалы, 3) мелкопесчаные пляжи, 4) крупнопесчаные пляжи, 5) песчано-галечные пляжи, 6) гравийные и щебнистые пляжи, 7) осыхающие отмели, 8) плоские гравийно-песчаные пляжи, 9) защищенный осыхающий берег, 10) зарастающие, заболоченные земли. Участки побережья, отнесенные к определенному индексу, обозначены своим цветом, что позволяет наглядно определять наименее и наиболее устойчивые к экологическим воздействиям участки береговой зоны.

2. Климат. Второй информационный блок включает следующие тематические данные: приземная метеорология, температура воздуха и воды по сезонам, распределение солености. Карты распределения температуры в Баренцевом море, регулярно составляющиеся центром NOAA National Oceanographic Data Center (американский Национальный океанографический центр данных) дают информацию о распределении температур в акватории моря на глубинах от поверхности до 200 м за период любого месяца текущего календарного года. Карты среднезимнего и среднелетнего распределения температур на прибрежных территориях водосборного бассейна Баренцева моря являются оперативными климатическими картами, также полученными из интернет-ресурсов, например <http://www.nodc.noaa.gov>. Информация о распределении зимних и летних температур поверхности воды в Арктике используется из карты Winter and summer surface water temperatures (°C) in the Arctic Ocean and adjacent seas. Информация о распределении солености в Баренцевом море и в Северном Ледовитом океане в летний и зимний периоды получена с тематических карт Winter and summer surface water salinity in the Arctic Ocean and adjacent seas. Дополнительные карты распределения температур поверхности воды, выполненные АМАР на сайте <http://www.amar.no> На сайте UNEP представлены карты средних температур прибрежных территорий Баренцева моря. Совместный анализ карт дает оценку климатической характеристики региона в целом. Информация о распределении солености Баренцева моря предоставляется в интернете центром NOAA, но карты составлено довольно схематично в мелком масштабе, что дает возможность лишь оценочной характеристики в целом.

3. Гидрологический информационный блок. Сюда относятся данные по гидрологии моря: температура воды на поверхности, типы питания и внутригодовое распределение стока, основные направления течений, поверхностные течения, соленость вод. гидрология устьев рек, грунтовые воды, ледовый режим, границы распространения плавучего льда). Наличие течений непосредственно влияют на распределение вдольбереговых наносов. Этот фактор важен для определения возможности попадания загрязнения на побережье, поведения нефтяного пятна и выбора метода его ликвидации. Характер распределения наносов может оказать как позитивное, так и негативное влияние на процесс устранения последствий загрязнения.

Так, например, интенсивное волнение может воспрепятствовать процессу ликвидации загрязнения и увеличить ширину загрязненного побережья, либо наоборот, не допустить попадания нефти на побережье за счет возникновения отраженной волны от вертикальной стенки скального обрыва или способствовать быстрому удалению нефти со скалистого побережья (процесс естественной очистки). Характер ледового режима, распространение криолитозоны и другие гляциологические характеристики используются при комплексной характеристике природных условий любой акватории. Особенно актуальны эти сведения для Северного Ледовитого океана, использованы из карт ледового покрова Арктики из Атласа Океанов и Атласа Арктики. Информация о таянии льдов Арктики за период с 1979 по 2005 г.г. взята из материалов работ университета Бремена по следующему источнику: <http://iup.physik.uni-bremen.de:8084/> Из серии карт АМАР получены также информация о движениях льда, границах ареалов сезонных и многолетних льдов, распределении прибрежных полыньей (Approximate net sea ice exchange, extent of shorefast ice and winter sea ice; coastal polynyas and main polynya concentrations). Данные об основных источниках образования айсбергов и направления их траекторий взяты с карты Main sources of icebergs and common iceberg drift trajectories, где показано основное направление движения айсбергов, соответствующее ходу главных течений Арктики и направленное в ее постоянную область к Гренландии.

4. Биогеография. Четвертый информационный блок представлен данными по биологии и растительности моря, устьев рек, береговых зон. Биологическое разнообразие и продуктивность участков побережья является наиболее информационно нагруженной частью карт биогеографического блока. Здесь содержатся информация об объектах живой природы, обитающих на побережье и его биологической продуктивности. Органический мир прибрежно-морской зоны чрезвычайно разнообразен и уникален, и от концентрации биоты на побережье зависит величина индекса чувствительности: чем выше плотность и разнообразие биологических компонентов на участке побережья, тем более высокой чувствительностью он характеризуется. К картам, составляющим биогеографический блок, относятся карты ареалов обитания представителей арктической фауны (птиц, млекопитающих, рыбы, беспозвоночных, водорослей и морских трав), обитающих в прибрежно-шельфовой и морской областях. Важно отметить, что информация о биологических ресурсах представлена с учетом их сезонного распределения и чувствительности. Косвенной характеристикой относительно благополучного состояния морских экосистем является биопродуктивность ее обитателей, которая наглядно отражена на картах расположения основных ареалов обитания различных представителей арктической флоры и фауны (на картах показаны ареалы арктической и полярной трески, сельди и мойвы, гнездования птиц, распространения икры и др.). Карта основных ареалов скопления колоний птиц на морских побережьях и ост-

ровах моря выполнена Норвежским институтом Полярных исследований (Norsk Polarinstittutt). Как дополнительный материал используются карты отдельных природных явлений из интернет.

5. Экологический блок. Важной составляющей экологической подсистемы проекта является создание кадастра объектов природопользования и промышленных предприятий. Перечень горно-металлургических промышленных предприятий Мурманской области с основной характеристикой их рода деятельности, информацией о количестве ежегодно выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферу и поверхностные воды и другими параметрами экологического кадастра предоставлен Горным институтом Госкомитета по охране окружающей среды Мурманской обл. Информация составлена в виде кадастра отходов горно-металлургического производства Мурманской области и доступна по адресу: <http://www.murman.ru/ecology/cadastre/> Информация дает сведения об основных точечных источниках эмиссии загрязняющих веществ.

Создание модели, учитывающей взаимодействие между данными подсистем является важным этапом при работе над ГИС-проектом, обобщающим и систематизирующим имеющиеся материалы. При совместном анализе информации в разрабатываемом проекте встает вопрос о взаимосвязи пространственных характеристик явлений, анализе тематических карт на степень их корреляции и алгоритме для вычисления коэффициентов корреляции. Корреляционные модели взаимосвязей явлений несложно построить на основе встроенных в ArcGIS 10.0 функции Geostatistical Analyst. Здесь также реализована возможность сложения и вычитания поверхностей с помощью функций анализа соседства. В результате их выполнения создаются растровые слои со значениями ячеек, равными какой-либо вычисленной статистической характеристике. В результате работы сформулированы теоретические принципы построения тематической базы данных для комплексного геоэкологического ГИС на примере Баренцева моря.

#### *Список литературы*

1. Барнинова Г.М., Краснов Е.В. Геоэкологическое картографирование и моделирование - основа управления приморским регионом // ГИС для устойчивого развития территорий. Материалы международной конференции. ИнтерКарто-8. СПб., 2002. - с.164-166.
2. Зейлер М. Моделирование нашего мира. Руководство ESRI по проектированию базы геоданных – Нью-Йорк, ESRI Press, 1999 – 254 с.