

УДК 574:551.510

**ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА**Канд. техн. наук  
Доктор техн. наукН.Б. Калабаев  
И.А. Мухамедгалиев

*Для объективной оценки ситуации в регионе с целью принятия оптимальных природоохранных решений рекомендовано провести комплексный анализ на базе геоинформационной системы «ГИС-КАСПИЙ» как существующей природоресурсной информации, так и информации, получаемой в результате казенного космического мониторинга. Рекомендована базовая технология создания цифровых тематических карт.*

Известно, что Каспийский регион является одним из наиболее напряженных в экологическом отношении регионов Республики. Если ранее основными загрязнителями Каспийского моря являлись стоки поверхностных вод, то сейчас, в связи с повышением уровня моря, на первое место выходят объекты нефтегазовой отрасли.

Повышение уровня Каспийского моря привело к затоплению ряда разрабатываемых нефтяных месторождений (Теренозек, Тажигали, Пустынный) и значительного количества поисково-разведочных и эксплуатационных скважин. Месторождения Мартышинской, Приморской, Прорвинской, Бузачинской групп обводнены морскими и подпорными грунтовыми водами и защищаются от полного затопления технически несовершенными дамбами, часто прорываемыми нагонным водами.

Уровень предельно допустимой концентрации (ПДК) для нефти и фенола в водах Каспия превышен в 10 раз. В донных отложениях содержание углеводородов в среднем находится на уровне 20 мг./л., что превышает ПДК в 3 раза. Концентрации кадмия, меди, свинца и цинка в северном Каспии за последние 15 лет увеличилось в 4 – 10 раз. Загрязнение моря происходит из-за утечки при нагонных волнах с прибрежных промыслов, аварийном разливе нефти при бурении и транспортировке.

К указанным факторам загрязнения Каспийского моря углеводородами могут добавиться новые источники загрязнения, связанные с возможными прорывами отдельных скважин затопленных

месторождений и такое загрязнение может носить катастрофический характер. Такие выводы связаны с тем, что консервация и ликвидация затопленных скважин выполнены без учета возможного затопления, без изоляции от морских агрессивных вод, порой простым закрытием заглушек скважин. Ускоренному разрушению скважин во многом способствуют ледовые процессы. Следует заметить, что в некоторых случаях (промысел Тажигали) в полузатопленном состоянии продолжают работать качалки, перегоняя нефть по трубопроводам, находящимся в зоне затопления.

К настоящему времени в зоне возможного затопления и подтопления в Атырауской области: по АО Эмбаунайгаз находятся 8 месторождений с фондом скважин 1135 штук; по АО Тенгизмунайгаз - 7 месторождений с фондом - 1146 скважин. Наличие потенциально опасных нефтегазовых объектов может привести к крупным экологическим проблемам с трудно предсказуемыми последствиями для биоты моря и значительными трудностями по их ликвидации.

Для объективной оценки экологической ситуации в регионе с целью принятия оптимальных природоохранных решений, необходимо провести комплексный анализ как существующей природоресурсной информации, так и информации, получаемой в результате наземного и космического мониторинга.

Такой анализ информации наиболее эффективно может быть проведен на базе геоинформационной системы, которую условно будем называть «ГИС-КАСПИЙ».

Основными целями ГИС «Каспий» являются:

- мониторинг состояния природных и техногенных объектов;
- мониторинг затопленных и подтопляемых нефтяных промыслов;
- экологическое картографирование;
- планирование развития экологической обстановки на региональном и территориальных уровнях;
- выполнение научного анализа и прогноз развития экономической и экологической ситуации в Каспийском бассейне;
- широкое информирование общественности о проблемах Прикаспийского региона.

Создание ГИС включает разработку двух отдельных, но тесно взаимосвязанных направлений:

- создание специализированного (объектно-ориентированного) программного обеспечения для ввода, редактирования и хранения картографической информации, построения цифровых моделей рельефа, климатических, гидрофизических показателей, моделирования непрерывных геополей, преобразование географических координат, картографической визуализации данных;
- сбор, экспертиза и подготовка к вводу в ГИС имеющихся картографических, литературных, архивных материалов и новых

данных, собранных природоресурсными и другими организациями.

Создаваемая ГИС должна состоять из семи тематических блоков (функциональных экосистем ГИС), характеризующих разные компоненты экосистемы Каспийского моря:

1) география; 2) геология; 3) метеорология; 4) физическая океанография; 5) биология; 6) химическая океанография и загрязнения; 7) рыбные ресурсы.

Каждый блок включает комплект электронных карт (слоев), сопровождаемых легендами и текстовыми пояснениями, и дополнительные данные, отражающие разные аспекты функционирования экосистемы.

## 1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ГИС

### 1.1. ГЕОГРАФИЯ

Блок содержит информацию, дающую общее представление о Каспийском регионе. В нем будут представлены обзорные карты отдельных территорий и всего региона в целом. В качестве обзорной карты, отображающей общее экологическое состояние Каспийского региона будет использована цифровая карта Каспийского моря в масштабе 1:1000000. В качестве территориальных карт предлагается использовать цифровые карты масштаба 1:200000.

Информация, представляемая в ГИС, будет трансформироваться в соответствующую тематическую карту посредством полнофункциональных ГИС-систем класса Arc Info, Intergraph.

Кроме того, в этот блок включены:

- карта Каспийского водосборного бассейна;
- карта береговой зоны Каспийского моря;
- карты нефтегазовой инфраструктуры.

Карта Каспийского водосборного бассейна (масштаб 1:1000.000) будет содержать специальные приложения, которые позволяют строить графики различных гидрологических показателей, таких как сток, исторические и прогнозные временные колебания уровня моря и т.д.

Карта береговой зоны Каспийского моря (масштаб 1:200.000) будет содержать обновленное состояние нефтегазовой инфраструктуры, уточненное положение береговой линии, а также ее возможные положения, в зависимости от изменения общего уровня Каспийского моря.

Детальные карты нефтегазовой инфраструктуры масштаба 1:25.000 будут созданы на основные нефтегазовые промыслы и разрабатываемые месторождения.

### 1.2. ГЕОЛОГИЯ

На серии цифровых геологических карт будут отражены: тектоническая структура, геологическое строение, геоморфологическое

районирование Каспийского региона. В блок будут включены также карты эволюции береговой линии Каспийского моря и дельты Урала

### 1.3. МЕТЕОРОЛОГИЯ

Блок содержит информацию, характеризующую типичные климатические и погодные условия региона. Для таких показателей, как температура воздуха, влажность, количество осадков будут рассчитаны цифровые модели и составлены серии изолинейных карт с традиционной послойной окраской. Цифровые модели обеспечивают получение значения выбранного показателя в любой заданной точке акватории.

Кроме того, специализированная анимационная программа позволит наглядно отобразить на экране динамику полей температуры и осадков, их изменения в течение сезона или года.

### 1.4. ФИЗИЧЕСКАЯ ОКЕАНОГРАФИЯ

Физические процессы, происходящие в Каспийском море, играют огромную роль в формировании гидрологического режима этой уникальной экосистемы. В основу создания тематических карт этого блока будет положена цифровая модель, подводных течений, а также модель сгонно-нагонных явлений. Важной частью являются данные о колебании уровня моря, собранные на метеорологических станциях. Пользователь может получить полную информацию о станции (название, местонахождение, год начала наблюдений и др.) и построить график колебания уровня моря на любой станции за определенный промежуток времени.

Динамика поверхностных вод в разные сезоны года будет показана на картах циркуляции с помощью системы векторов, хорошо отображающих общие закономерности и скорости перемещения водных масс, что обеспечит возможность для создания модели прогнозирования изменения геоморфологии дна Каспийского моря.

### 1.5. ХИМИЧЕСКАЯ ОКЕАНОГРАФИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ

В этом блоке в основном будут использованы данные дистанционного зондирования. В качестве тематических карт будут представлены изолинейные карты с послойной окраской, характеризующие поля распределения кислорода, сульфидов, нитратов, фосфатов для различных стандартных горизонтов. Анализ этих карт позволяет судить о зонах критического экологического состояния в пределах акватории.

Кроме того, в этот блок включены карты, характеризующие современное состояние береговой зоны Каспийского моря, в связи с изменением его уровня, экологическое состояние нефтегазовой инфраструктуры, прогноз развития зон затопления и подтопления. Отдельной подсистемой этого блока будет подсистема мониторинга

состояния затопленных нефтегазовых месторождений и отдельных скважин.

## 1.6. БИОЛОГИЯ

Назначения этой группы карт - дать представление о биологическом разнообразии экосистемы Каспийского моря и показать проблемы, связанные с ухудшением ее состояния. В состав блока входят карты водно-болотных угодий Прикаспия, заповедников, зон обитания экзотических видов флоры и фауны, а также серия карт, показывающих распределение фитопланктона, зоопланктона и макрозообентоса и биологической продуктивности Каспийского моря. Основу блока должна составить карта основных мест обитания, миграции и нереста Каспийского осетра и белуги.

Разновременные карты изменения границ обитания морских водорослей за несколько десятков лет дадут представление о прогрессирующем ухудшении экологической ситуации в акватории.

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ “ГИС – КАСПИЙ”

В целом, разрабатываемая ГИС должна содержать около 700 карт акватории Каспийского моря и прилегающей суши, организованных в древовидную иерархическую структуру. Карты сопровождаются текстовым описанием и связаны с базой данных, содержащей информацию о представленных на карте объектах.

Основными служебными подсистемами “ГИС – Каспий” являются:

- подсистема навигации;
- подсистема визуализации;
- подсистема анализа.

Подсистема навигации ГИС обеспечивает возможность перемещения по иерархии карт вперед и назад по любой из ветвей, просматривая содержание разделов в целом, отдельных подразделов или карт, позволяет выбирать и открывать нужную карту, а также вызывать входящие в систему аналитические модули.

Подсистема визуализации позволяет просматривать карты, данные, привязанные к представленным на карте объектам, текстовое описание и легенду карты. Пользователь имеет возможность выполнять векторное масштабирование карты, управлять видимостью отдельных слоев и групп слоев, размещать на экране несколько одновременно открытых карт. Данные представляются в текстовой, табличной или графической форме в зависимости от их характера.

Подсистема анализа представляет возможность визуального сравнения двух карт посредством наложения одной на другую (оверлей) и численного сравнительного анализа двух карт путем вычисления коэффициента корреляции. Кроме того, обеспечивается возможность визуального анализа изменения во времени некоторых динамических показателей (анимация).

## 2.1. СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ БАЗОВОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ "ГИС - КАСПИЙ"

В качестве цифровой топографической основы для создания пакета тематических карт ГИС предлагается принять три масштаба представления картографической информации:

- обзорная топографическая основа масштаба 1:1000.000;
- рабочая региональная топографическая основа масштаба 1:200.000;
- рабочая территориальная топографическая основа масштаба 1:25.000;

Существуют стандартные классификаторы топографической информации. Эти классификаторы могут быть использованы в качестве основы при определении состава объектов, вида соответствующих им условных знаков, деление на функциональные слои, способ кодирования.

В соответствии со стандартной классификацией базовые топографические карты обоих масштабов будут иметь следующие основные функциональные слои:

- математическая основа (координатная сетка); рельеф;
- административное деление; гидрография; растительность;
- дорожная сеть; населенные пункты; наименования.

Основу ГИС составляют цифровые топографические карты, которые создаются по следующей технологии:

- создание цифровой карты по растровому изображению отсканированного фото- или картографического материала;
- дополнение цифровой карты новыми данными по растровой информации (обновление);
- преобразование формата представления цифровой карты;
- получение твердой копии цифровой карты на обычном или цветном плоттере.

Полученные на этом этапе цифровые карты являются базовыми для создания тематических карт, характеризующих экологическое состояние Каспийского региона. К числу таких задач следует, в первую очередь, отнести:

- распознавание и анализ формы объектов на аэро-космических изображениях;
- наблюдение и контроль за состоянием природных и экологических объектов и регионов (мониторинг);
- оптимального размещения промышленных объектов;
- создание цифровой модели рельефа исследуемой местности;
- распознавание экологической ситуации в труднодоступных регионах;
- анализ радиационной обстановки;
- контроль состояния стратегических магистралей, др.

К задачам тематического дешифрирования, решаемых на основании использования приведенных логических конструкций, следует отнести создание следующих цифровых тематических карт:

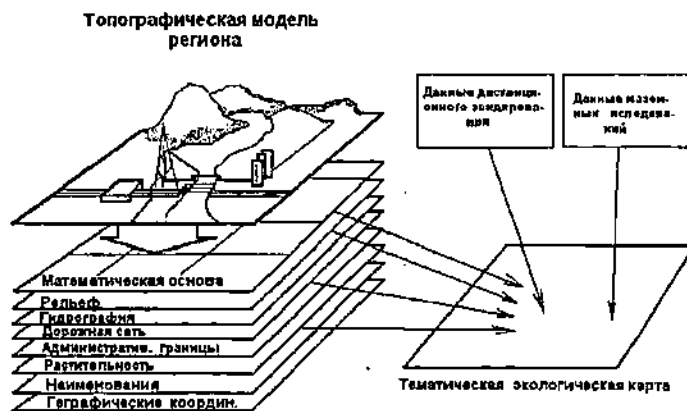
- геоморфологической карты;
- структурно-тектонической карты;
- почвенные геоботанические карты;
- карты техногенной нарушенности рельефа;
- карты полей распределения основных загрязнителей для различных горизонтов;
- карты современного состояния и прогноза развития радиационной и химической обстановки.

## 2.2. БАЗОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ

Тематические карты (геоморфологические, геоботанические, структурно-тектонические) создаются в виде дополнительного функционального слоя цифровой топографической карты соответствующего масштаба. Причем, для лучшего визуального восприятия тематической карты могут использоваться не все функциональные слои соответствующей топографической карты.

Содержательная информация для создания слоя тематической карты, как правило, извлекается из анализа данных дистанционного зондирования, а также определяется в результате наземных наблюдений.

Ниже приведена функциональная схема создания цифровых тематических карт с использованием геоинформационных технологий.



Как указывалось ранее, экологическая тематическая карта является картографическим компонентом информационной основы ГИС и предназначена для наглядного отражения результатов анализа состояния

природных объектов, определения местоположения изучаемых объектов и земельных участков, подвергшихся радиационному и химическому загрязнению, их границ и площадей; она используется как основа для последующего ведения дежурной мониторинговой карты.

Работы по созданию полнофункциональной "ГИС КАСПИЙ" предлагается разделить на два этапа. На предварительном этапе, необходимо провести космический мониторинг Каспийского региона, создать базовые цифровые топографические и тематические данные, которые на заключительном этапе будут увязаны в составе полнофункциональной ГИС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Халугин Е.И., Жалковский Е.А., Жданов Н.Д. Цифровые карты – М, Недра, 1992. - 514с.
- 2 Картография, - Вып. 4, Геоинформационные системы, сб. перев. статей – М., Геоиздат, 1994. - 350 стр.

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати

## КАСПИЙ ЖАҒАЛАУЫ АЙМАҒЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ МОНИТОИНГІНІҢ ГЕОИНФОРМАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕСІ

Техн.ғыл.канд.

Н.Б.Қалабаев

И.А.Мұхамедғалиев

Геоинформациялық «ГИС-КАСПИЙ» жүйесінің негізінде қазіргі табиғат қоры туралы мағлұматтармен қоса ғарыштан алынған нәтижелерді пайдаланып, аймақтағы жағдайға көлемді баға беру үшін кешенді талғау жасап өте тиімді табиғатты қорғау шешімдерін қабылдау ұсынылған. Цифрлы тематикалық картасын жасау үшін тұрақты технологиясы ұсынылған.