

МОНИТОРИНГ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА С МКС

Экологическое состояние Прикаспийского региона

Анализ экологических особенностей Прикаспийского региона Институт географии РАН осуществляет с начала 70-х годов прошлого века. В этой работе важное место занимают данные анализа материалов космической съемки. С 2001 г. – фотоснимки, поступающие с МКС в рамках программы «Ураган».

Регион Каспийского моря уникален по природным особенностям. Бассейн Каспия - одна из крупнейших бессточных областей планеты, расположен в различных ландшафтных зонах, обладает редкими запасами рыб осетровых видов и ценным эндемичным биоразнообразием. Каспий активно используется как для эксплуатации биоресурсов, так и для разработки месторождений углеводородов.

Принципиальное единство экосистемы Каспийского моря практически проявляется и индицируется наличием единой, связанной системы течений, а также единой для всего Каспия системы путей миграции ценнейших промысловых рыб. Более того, жизненный цикл проходных и полупроходных рыб опирается на взаимоувязанность экосистемы моря, его прибрежных и речных экосистем.

Каспийское море является высокопродуктивным водоемом, что сочетается с относительной бедностью его биологического разнообразия. Фауна Каспийского моря примерно в 2,5 раза беднее в сравнении с Черным морем и в 5 раз беднее, чем в Баренцевом море.

Значительные изменения природных условий, включая переменную соленость и колебания уровня Каспия на протяжении всей истории формирования его экосистемы, поддерживают местное биологическое разнообразие и размеры популяций, являясь тем самым базой существования уникальных биоресурсов.

За последние годы уловы осетровых, сельди, лососевых, кильки и других промысловых видов рыб значительно снизились. Деграция естественных местообитаний, потеря нерестилищ в результате зарегулирования стока рек Каспийского бассейна, вселение чужеродных видов, браконьерство и загрязнение водной среды способствовали снижению уловов этих ценных видов рыб.

Велико антропогенное загрязнение каспийских вод.

Особое беспокойство вызвано продолжавшимся в период 1978- 1995 гг. подъемом уровня, серьезно обострившим комплекс экологических проблем побережья истощением биологических ресурсов и рисками серьезных нефтяных загрязнений.

Тяжелое экологическое положение на берегах и акватории Каспийского моря усугубляется неблагоприятной экологической ситуацией в его бассейне, поскольку впадающие реки приносят значительные загрязнения, которые

формируются на их водосборах.

Основные экологические проблемы Каспия следующие:

- загрязнение в результате деятельности нефтегазовой инфраструктуры;
- утечки из затопленных скважин советских времён;
- общее ухудшение качества окружающей среды;
- угрозы биоразнообразию, снижение запасов ряда промысловых видов рыб, включая осетровых;
- деградация береговых ландшафтов и разрушение прибрежных местообитаний;
- повреждение прибрежной инфраструктуры;
- ухудшение здоровья населения.

Грядущие изменения состояния окружающей природной среды Каспия во многом определяются тем, что большинство прибрежных стран, исходя из выявленных экономических выгод и соответствующих приоритетов национальной политики, последовательно развивают эксплуатацию нефтегазовых месторождений на акватории и в береговой зоне Каспия.

Экологическая ситуация в Прикаспийском регионе Российской Федерации в целом характеризуется как напряженная, что связано с уязвимостью расположенных в его пределах ландшафтно-экологических систем к антропогенным воздействиям.

Высокая напряженность экологической ситуации в этом регионе определяется совместным действием ряда негативных природных и антропогенных факторов и нарастающими угрозами деградации природных комплексов береговой зоны и экосистемы всего моря.

Основными факторами экологической нестабильности здесь признаны:

- поступление в море загрязняющих веществ с речным стоком, со сточными водами предприятий и населенных пунктов;
- избыток поступления органических веществ, приводящий к эвтрофикации вод Северного Каспия;
- истощение и загрязнение вод Каспийского бассейна, неудовлетворительное снабжение населения питьевой водой;
- значительные риски возникновения аварийного загрязнения при судоходстве, на нефтепроводах и при освоении морских месторождений углеводородов;
- криминальный перепромысел рыбных ресурсов;
- подтопление городских и сельскохозяйственных земель из-за трансгрессии Каспия, потеря прибрежной инфраструктуры;
- препятствующее проходу промысловых рыб к местам естественных нерестилищ заиливание русел рек при высоком стоянии уровня моря;
- смыв загрязняющих веществ с побережья при ветровых нагонах;
- активная геодинамика района, риски техногенных землетрясений; вторичное засоление, химическое загрязнение и дефляция почв;
- опустынивание прибрежных земель;
- унаследованные от прошлых лет загрязнения окружающей среды, включая просачивание нефти из заглушенных скважин, грифонов и т.п.;

- загрязнение воздуха выбросами нефтехимической промышленности и транспорта;
- накопление твердых бытовых и производственных отходов;
- недостаточность мощностей муниципальных очистных сооружений и современной базы по утилизации, обезвреживанию и захоронению отходов;
- осложнение санитарно-эпидемиологической обстановки;
- недостаточно эффективное управление состоянием окружающей среды, нарушения режима особо охраняемых природных территорий и акваторий;
- недостаточная межгосударственная координация деятельности органов природоохраны.

Энергоресурсы Каспийского моря рассматривается в качестве одного из основных факторов в системе энергетической безопасности главных игроков мировой политики. Нефтяные запасы региона составляют более 200 миллиардов баррелей, что ставит его на второе место в мире после Ближнего Востока. Разведка и эксплуатация нефтяных месторождений является важнейшей составляющей загрязнения. Проводятся масштабные геолого-разведочные работы, открыты новые нефтегазовые месторождения и повышается дебит старых. Неслучайно уровни нефтяного загрязнения в разных частях Каспия уже сегодня во много раз превосходят предельно допустимые нормы.

Согласно данным международной статистики, при разработке морских нефтяных месторождений в море попадает 0,1% добываемой нефти. При объеме добычи около 100 миллионов тонн в год объем загрязнения моря превысит 100 тысяч тонн в год.

Уникальные каспийские осетры - основные поставщики черной икры, гибнут в Каспии в огромных количествах. По мнению биоэкологов, причиной является миграция токсичных веществ, которые концентрируются в организме живых существ.

Несмотря на заверения международных консорциумов, занимающихся добычей углеводородного сырья, применение даже самых современных технологий и отчисления на поддержание экологической безопасности не могут представляться достаточными с точки зрения сохранения популяции осетровых. По сведениям независимых экспертов, объявленный крупнейшими разработчиками месторождений т.н. "принцип нулевого сброса" сегодня не работает. Прямым следствием сброса нефти в воды Каспия является ежегодная гибель до 1,5 миллиона осетровых.

В постсоветское время в Каспийский регион устремились транснациональные нефтегазовые корпорации. Каспийские углеводороды заинтересовали более полусотни корпораций из 15 стран мира. Транснациональные корпорации (ТНК) и тесно связанный с ними государственный капитал в середине 1990-х годов обратили свои взоры на каспийские просторы. Их интерес имеет три составляющих. Во-первых, Каспий скрывает на своем дне неосвоенные запасы углеводородного сырья (10-15% общих нефтегазовых запасов в мире). Во-вторых, каспийское углеводородное сырье может стать хорошим средством политического и

экономического давления на страны среднеазиатского региона и ОПЕК, которые, пользуясь своим почти монопольным положением поставщиков энергоресурсов, стали вести независимую, часто антизападную политику. В-третьих, страны Западной Европы, освоив альтернативные пути доставки каспийских энергоресурсов, смогут диверсифицировать риски, которые связаны с доставкой газа в эти страны. Наибольшую обеспокоенность государств Западной Европы вызывает тот факт, что доля газа, поставляемого из России, является преобладающей. Также эти государства недовольны частыми фактами сбой транзитных поставок российского газа через Украину и Белоруссию в сфере закупок нефти и газа в России.

Колебания уровня моря и его последствия.

Поскольку Каспийское море - внутренний водоем, не имеющий связи с Мировым океаном, его уровень чутко реагирует на изменения различных элементов водного.

Хотя существует большое количество различных объяснений периодических колебаний уровня Каспия, их причины до конца не установлены, и, соответственно, в прогнозах последующих колебаний нет единства мнений. Тем не менее, в большинстве прогнозов предполагается сохранение тенденции к повышению уровня Каспийского моря.

Современный экономический потенциал каспийского побережья создавался в период регрессии моря при уровнях моря минус 27-28 м. В это же время проходило и интенсивное заселение прибрежной зоны с созданием новых населенных пунктов и инфраструктуры. Однако когда площадь моря за период 1978-1991 гг. увеличилась примерно на 10%, произошло затопление или подтопление многих населенных пунктов и объектов инфраструктуры. Следует подчеркнуть, что именно этот период был периодом наиболее активного промышленного, сельскохозяйственного и селитебного развития страны, в том числе и освоения прибрежной зоны Каспийского моря. На побережье были построены многочисленные поселки, санатории, дома отдыха, создана транспортная и энергетическая инфраструктура. В ряде районов побережья резко возросла добыча нефти. Поэтому быстрое повышение уровня моря сразу привело к возникновению сложных экологических и социально-экономических проблем. На побережье Северного Каспия положение усугубилось тем, что в этом районе наблюдаются кратковременные, но достаточно частые нагонные повышения уровня, при которых затапливаются сотни квадратных километров побережья.

В настоящее время нет общепризнанного прогноза изменения уровня Каспия в будущем. Существует вероятность как повышения, так и понижения уровня. Поэтому, на наш взгляд, стратегия хозяйственной деятельности должна предполагать, в основном, не борьбу с последствиями периодических повышений и понижений уровня, а ее адаптацию к этим изменениям уровня. Необходимо учитывать и перспективы развития различных отраслей хозяйства в этом регионе. В настоящее время в

прибрежной и приморской зоне всех субъектов Российской Федерации и других прибрежных государств выявлены залежи углеводородного сырья. Поэтому крайне важно учитывать изменения уровня моря при добыче этих полезных ископаемых. Особую опасность представляет затопление застроенных городских территорий, где концентрируется основная часть проживающего в прибрежной полосе населения, объектов рекреационного комплекса, производственной и непромышленной инфраструктуры. Подобная ситуация существует и в других прибрежных государствах.

На побережье Каспия существует ряд крупных промышленных объектов сильно загрязняющих окружающую среду. В качестве примера можно привести газоконденсатный комплекс в Астраханской области. Дополнительные проблемы порождают там, кроме того, возможность крупных аварий с выбросом высоко токсичных газов. На полуострове Челекен (Туркменистан) неоднократно отмечался сброс загрязненных вод йодо-бромного производства, а в Сумгаите (Азербайджан) - продуктов химических производств в море.

Загрязнение природных вод наблюдается практически во всех речных бассейнах, а также в самом морском бассейне.

В районах нефтедобычи в Казахстане на северо-восточном побережье Каспия в результате сброса попутных высокоминерализованных подземных вод (извлекаемых при нефтедобыче), а также разливов нефти образовались специфические озера. Они представляют собой страшную угрозу для экосистем Каспия, поскольку при ветровых нагонах Каспийских вод и, особенно, в случае дальнейшего повышения уровня моря произойдет катастрофическое загрязнение моря.

Мониторинг Прикаспийского региона с борта МКС начал проводится учеными Института географии РАН с 2001 г.. Колебания уровня Каспийского моря с учетом усиливающегося антропогенного воздействия на побережье и на море, а также на дельту Волги заставило обратить серьезное внимание участников программы «Ураган» на весь Прикаспийский регион.

Множество разнообразных геоэкологических проблем региона нашло практически мгновенное отражение в совместном российско-американском издании - монографии «Dinamic EARTN environments, Remote Sensing Observation from Shuttle – Mir Missions», вышедшей в Нью-Йорке в 2000 г., содержащей данные исследований российских ученых. К примеру, в северо-восточной части Каспия было установлено обширное подтопление территории и заполнение водой солончаковых впадин. Кроме того, было установлено, что происходило отмирание мелких протоков и сосредоточение стока в крупных руслах. Это связано с зарегулированием стока реки плотинами нескольких крупных водохранилищ.

А на юго-западном побережье Каспийского моря к 2000 г. выявлены наиболее активные зоны, где происходит перестройка берегов. Это имеет глобальное значение, так как при современном подъеме вод Мирового океана, используя Каспий как модель, можно прогнозировать изменения

береговых зон на десятки тысяч км морских побережий и изучать устойчивость береговых морских систем.

От уровня моря зависит и изменения мест обитания птиц. Это особенно важно, так как водно-болотные угодья дельты Волги являются ключевыми на путях миграции сотен видов птиц из субтропиков в Сибирь и европейскую часть России.

С 2018 г. существует возможность изучения с МКС путей миграции птиц с помощью доставленной на борт станции аппаратуры «Икарус». Соответствующий эксперимент осуществляется в рамках программы «Ураган».

Колебания уровня Каспийского моря являются и причиной изменения структуры землепользования в прибрежной зоне. Установлен факт выбытия земель в результате затопления и подтопления. Поэтому огромное значение приобретает изучение динамики прибрежной зоны по космическим снимкам. для инвентаризации земель.

В связи с отсутствием правового статуса Каспия необходима объективная и оперативная информация о видах и масштабах негативного антропогенного воздействия на природную среду, в первую очередь о пожарах и загрязнении нефтепродуктами акватории моря и побережья. До настоящего времени пять независимых государств не приняли необходимых мер к сохранению биоразнообразия региона и не контролируют в должной мере экологическую обстановку.

Масштабное, неконтролируемое и возрастающее загрязнение моря и прилегающей суши оказывает губительное воздействие на биоразнообразие и ведет к исчезновению некоторых видов флоры и фауны. Интенсивные и частые пожары лесной, кустарниковой и тростниковой растительности в дельте реки Волги в весеннее и осеннее время года также очень негативно отражается на биоразнообразии северной части Каспия и территории нескольких районов Астраханской области и Калмыкии. Под влиянием только этих двух факторов уникальные и крайне уязвимые флора и фауна находятся в стрессовой ситуации, а некоторые виды оказались под угрозой исчезновения.

Мониторинг с МКС является актуальным, так как позволит сократить негативное воздействие на природную среду Прикаспийского региона. Его суть заключается в получении и анализе космической информации об общем экологическом состоянии Прикаспийского региона и выявлении источников загрязнения с предоставлением оперативной космической информации заинтересованным организациям.

Экологические последствия

К 2018 году странами Прикаспийского региона в основном решены проблемы, связанные с недостатком экспортной инфраструктуры: трубопроводы, нефтеперерабатывающие заводы, газонакопители и пр. Разногласия относительно новых экспортных маршрутов в основном сняты. Происходит полномасштабная экспансия нефтегазодобывающих компаний,

что, в свою очередь, неминуемо усиливает антропогенное воздействие на экосистемы региона.

Резкий скачок объемов нефтедобычи на шельфе в ближайшие годы может привести к обширному нефтяному загрязнению акватории Каспия. Согласно общепринятым расчетам, на каждый миллион тонн добытой в мире нефти приходится в среднем около 130 тонн потерь. Эксперты отмечают, что для Каспийского моря этот показатель может оказаться выше. Исходя из объемов добычи в 250 млн. тонн в год, в целом по Каспию потери составят до 33 тыс. тонн в год. Большая часть придется на Северный Каспий — около 24 тыс. тонн в год. При этом вклад российского сектора в загрязнение Каспийского моря нефтью составит около 5 тысяч тонн в год.

Свою долю в общий объем загрязнения моря нефтепродуктами (НП) внесут танкеры. Разливы небольшого масштаба случаются, как правило, во время транспортировки нефти с танкера на танкер и с танкера на нефтеперерабатывающий завод. Также во время сложных погодных условий увеличивается риск аварии при транспортировке нефти с буровой установки на танкер. В настоящее время в Каспийском море танкеры ежегодно перевозят более 15 млн. тонн нефти и совершают более 3000 рейсов. Столь интенсивное движение, особенно в условиях суровых зимних штормов и неудовлетворительном техническом состоянии судов, значительно увеличивает вероятность крупных аварий.

Масштабы экологического бедствия, которое может произойти в Каспийском море, можно представить на примере крушения танкеров 11 ноября 2007 года в акватории Азовского и Черного морей.

Каспийское море представляет собой очень чувствительную экосистему. Специалисты отмечают, что за последние десятилетия под воздействием антропогенных и биохимических факторов резко ухудшилось ее состояние в целом и, особенно, в северной части моря, в которой наблюдаются основные признаки низкой сопротивляемости к загрязнению нефтепродуктами: отсутствие твердых субстратов и крайний недостаток гидробионтов, способных к разложению углеводородов. Экосистема Каспия оценивается как предкризисная. Ее состояние может заметно ухудшиться из-за резкого роста объемов добычи углеводородного сырья. Специфика Каспия, особенно его мелководной северной части, такова, что достаточно одного серьезного разлива нефти, чтобы нанести фатальный удар по осетровому стаду и гнездовьям птиц. По подсчетам экспертов, ежегодный ущерб от утраты рыбных богатств Каспия для всех прикаспийских государств может достигать 15 миллиардов долларов. К сожалению, подсчитать потери всей экосистемы Каспийского моря ученые в настоящее время не в состоянии. При этом необходимо помнить, что большая часть Северного Каспия продолжает оставаться заповедной зоной. Поэтому нефтегазодобывающие компании могут здесь работать только при строжайшем соблюдении экологических требований.

Но не только разработка углеводородного сырья угрожает экологической безопасности региона. Рост прибрежных городов (в прибрежной зоне Каспийского моря сегодня находятся более 200 городов и поселков городского типа) высвечивает проблему сброса сточных вод.

Ежегодно прибрежными странами в акваторию Каспийского моря сбрасывается не менее 40 миллионов кубометров сточных вод, включающих отнюдь не только городские и сельскохозяйственные стоки. Основную опасность для экосреды представляют промышленные отходы, попадающие в море, минуя сколько-нибудь действенные очистительные сооружения. С учетом практически полного отсутствия в прикаспийских государствах (за исключением России и, частично, Ирана) предприятий по утилизации промышленных отходов сточные воды остаются на сегодняшний день одной из важнейших причин плачевной экологической ситуации на Каспии.

Особенно быстро возрастает актуальность мониторинга Прикаспийского региона с борта РС МКС при оценке последствий безудержной перекачки нефти из недр.

К тупиковой ситуации при освоении месторождений нефти и газа может привести ряд косвенных и прямых факторов, касающихся оценки влияний настоящих и будущих производств на окружающую среду. Основные из них:

- методы оценки воздействия нефтяных операций на окружающую среду несовершенны. Результаты их далеки от значений реального ежегодного и многолетнего воздействия. При проведении оценки воздействия производств на окружающую среду степень воздействия определяется на основании баллов (от 1 до 5, слабое-сильное), что является во всех случаях условным и не дает реальной количественной картины динамики изменений природной среды на сегодня и на будущее;

- оценка воздействия на окружающую среду в случае изменения мощности предприятия не пересматривается;

- ежегодно в условиях суши 20% суммарных выбросов оксидов серы и азота в атмосферный бассейн остаются в квадрате 150×150 км. Накопление загрязняющих веществ на территории добычи нефти увеличивается в нарастающем объеме. Причём, как правило, не учитывается;

- в условиях моря, по предварительным данным, до 80-90% выброшенных в атмосферный бассейн оксидов серы осаждаются в виде серной кислоты в квадрате 50 x 50 км на подстилающую поверхность. С годами количество осажденных загрязняющих веществ увеличивается пропорционально объемам добычи;

- нормативные экологические документы составляются во многих случаях на средства заказчиков. По этой причине разработчики, чтобы обеспечить себе заказы на будущее, часто искажают данные по негативному воздействию производств на окружающую среду;

- не производится оценка влияний и взаимодействия различных источников воздействия. На одном крупном нефтяном месторождении при

одновременной работе нескольких источников воздействия отдельные компоненты природной среды могут перекрываться. В этих зонах интенсивность воздействия будет выше с увеличением концентрации и суммации отдельных загрязнителей, нежели, чем при воздействии отдельного источника;

- под воздействием солнечной радиации компоненты фотохимического смога (оксиды серы и азота, озон, углеводород, аэрозольные частицы первичного и вторичного воздействия) подвергаются различным превращениям, окислению, полимеризации, взаимодействуя с другими загрязнителями атмосферного бассейна усиливают загрязнение природной среды. В проектах они зачастую не учитываются;

- величина атмосферного загрязнения определяется объемом выбросов загрязняющих веществ и степенью их рассеивания. При проведении буровых работ и эксплуатации технологических сооружений крупного морского месторождения зоны воздействия от различных источников выбросов будут перекрываться с образованием обширной зоны «диоксид азота и диоксид серы». При этом зона влияния «оксидов серы и азота» с высоким значением ПДК тоже будет обширной;

- заметное загрязнение природной среды происходит из-за трансграничного переноса загрязнителей, охватывающих огромные территории радиусом свыше 2000 км по серным соединениям, включая территории соседних стран, а также южные, центральные и северные области Казахстана. Время жизни оксидов серы - до 4 суток, оксидов азота – до 10 суток. При благоприятных условиях, при скорости ветра 10 м/сек азотные соединения преодолевают расстояние в 8 тысяч км. При этом оксиды серы, азота и углерода в соответствующих благоприятных условиях (в основном, влажных) на любом участке переноса могут образовывать серную, азотную, угольную кислоты и другие вредные токсичные вещества;

- отсутствие систематического полного контроля за качеством воздушной среды не дает объективную картину загрязнений природной среды;

- нет объективных данных о концентрации особо токсичных загрязнителей, в частности, меркаптанов. Их предельно допустимая концентрация - 0,00001 мг/м³. Их распределение не контролируется;

- не ясно, какое количество газов, прежде всего сероводорода, остается в массе элементарной серы при ее утилизации (складировании). Сероводород со временем в благоприятных условиях превращается в серную кислоту.

Все вышеизложенные факты в настоящее время не дают реальную картину воздействия нефтяных операций на море на природную среду и на ее отдельные сферы. Показатели воздействия производств на окружающую среду носят качественный характер. Количественные показатели воздействия в любом проекте производств отсутствуют. К тому же недропользователи не возмещают тот реальный ущерб, который они наносят природной среде. Подсчет ущербов носит условный характер.

Экологические проблемы Прикаспийского региона очень актуальны вне зависимости от того, как решится вопрос о международно-правовом статусе Каспия и о разделении нефтяных ресурсов между прикаспийскими государствами. Кризис в одной из его частей региона выльется в общую, неразделимую экологическую катастрофу, которая, в конечном счете, отразится на личных планах каждого государства и его перспективах развития.

В настоящее время воды и донные осадки Северного Каспия чище по большинству загрязняющих веществ, чем это указывалось в отчетах пятнадцати-двадцатилетней давности. Однако основная проблема экологического состояния Северного Каспия заключается в том, что из-за отсутствия внешних стоков загрязняющие вещества, поступающие в море извне, могут накапливаться. Также существует потенциальная угроза загрязнения Каспия с развитием экономики прикаспийских государств.

Предстоящая полевая экспедиция на борту судна по Каспийскому морю с целью сбора новых данных, несомненно придет к заключению, что основными источниками углеводородов в водах моря являются утечки из затопленных скважин советских времен, а также испарительных полей вблизи береговой линии, где происходило затопление. Скорее всего будет установлено, что концентрации углеводородов в Северном Каспии выше, чем в других внутренних морях и озерах, но значительно ниже, чем в центральном и южном бассейнах Каспийского моря.

Ухудшение качества Каспийских вод отрицательно сказывается на состоянии и перспективах развития береговой туристической и санаторно-курортной инфраструктуры.

Необходимость защиты окружающей природной среды региона и ее роли в сохранении биологических ресурсов привела к формированию здесь системы ООПТ. Эта система включает государственные заповедники, национальные парки, заказники и памятники природы. В прибрежной зоне, в частности, расположены: Астраханский государственный биосферный заповедник и участок "Кизлярский залив" Государственного природного заповедника "Дагестанский"; Самурский государственный природный парк; заказники федерального и регионального значения.

Многие прибрежные территории, не имеющие пока официального статуса ООПТ, играют большую роль в поддержании биологического разнообразия. При этом значительные площади прибрежных территорий и акваторий занимает заповедное водноболотное угодье "Дельта Волги". Кроме того, акваторию всего Северного Каспия охватывают национальные заповедные зоны Российской Федерации и Республики Казахстан.

Существующая в настоящее время в субъектах Российской Федерации в Прикаспийском регионе система информационного обеспечения управления водными и прибрежными экосистемами имеет ряд недостатков: - существующие ведомственные сети мониторинга не обеспечивают получение адекватной информации как качественно, так и количественно,

особенно в условиях дефицита финансирования, приводящего к сокращению штатов, уменьшению постов наблюдения, а также экспедиционных исследований и аэрокосмических съемок; отсутствует единая стратегия мониторинга и унифицированные системы сбора информации, что часто приводит к несопоставимости данных, полученных из различных ведомственных источников;

- не отработан механизм систематического обмена данными между различными организациями и ведомствами, а также между различными субъектами Федерации Прикаспийского региона;

- ведомственная разобщенность существующих сетей сбора, обобщения, хранения и переработки информации, информационных потоков, баз данных и алгоритмов решения приводит, с одной стороны, к значительному дублированию контролируемых показателей, а с другой - к неполноте и асинхронности получаемых данных, как в качественном, так и в пространственно-временном аспекте;

- возможности и условия проведения водных и наземных наблюдений дополнительно усложнились с упразднением существовавшей ранее системы информационного обеспечения и с появлением новых границ и информационных барьеров;

- текущая обработка информации сводится в основном к ее архивированию;

- собираемая ведомственными системами информация используется в основном в принятии решений, носящих оперативный или локально-ведомственный характер;

- отсутствуют аналитические центры, которые могли бы осуществлять комплексный анализ полученной информации в целях подготовки сбалансированных решений по управлению морскими и прибрежными экосистемами Каспийского региона.

Задачи комплексного управления морской и прибрежными экосистемами требуют создания эффективной системы информационной поддержки управленческих решений, базирующейся на использовании системного подхода и опирающейся на современные технические средства и информационные технологии. Система должна носить комплексный, многоцелевой характер с ориентацией на различные иерархические уровни принятия решений и обеспечивать:

- оперативную и регулярную оценку состояния морской и прибрежных экосистем;

- оценку пространственно-временной динамики экосистем и прогноз их состояния;

- информационную поддержку выработки решений в интересах устойчивого развития региона, сохранения биоразнообразия и рационального использования природных ресурсов.

И здесь трудно переоценить вклад мониторинга с борта МКС.

Эффективный экологический контроль над нефтяными операциями и общей ситуацией на Каспии возможен лишь при совместном контроле прикаспийских государств. Такой контроль может осуществляться через

межгосударственный экологический орган, созданный прикаспийскими государствами и наделенный соответствующими полномочиями, в частности, правом на предварительную экологическую экспертизу нефтяных проектов, на приостановление или прекращение реализации данных проектов в случае наличия экологической опасности либо повышенного риска, а также на разработку и реализацию совместных программ экологического характера.

Природная среда Северного Прикаспия существенно изменяется под влиянием колебания уровня моря. За историю пилотируемой космонавтики, то есть за 57 лет уровень Каспийского моря имел 3 фазы: до 1977 г. он заметно падал, с 1977 г. по 1996 г. поднялся на 2,6 метров, а последние 22 года стабилен. Любое изменение уровня моря имеет позитивное и негативное последствия, поэтому изучается российской географической наукой, в том числе, с помощью космического мониторинга. Особое место в этой программе занимает фотосъемка с пилотируемых орбитальных станций. Начатая во время эксплуатации станций типа «Салют», она была продолжена пятнадцатилетним циклом эксплуатации станции «Мир». А после затопления «Мира» 23 марта 2001 г. мониторинг Северного Прикаспия осуществляется в рамках программы «Ураган» на российском сегменте Международной космической станции (МКС).

Важность орбитального мониторинга стала очевидна тогда, когда пришло осознание того, что стратегия хозяйственной деятельности в Северном Прикаспии должна предполагать не борьбу с последствиями периодических повышений и понижений уровня моря, а адаптацию к этим изменениям. Орбитальный мониторинг выполняется для разработки рекомендаций по стратегии природопользования.

Помимо колебаний уровня моря на природную среду Северного Прикаспия весьма сильное влияние оказывает речной сток.

Наиболее крупной рекой, впадающей в Каспий, является Волга, дренирующая около 20% площади Европы. В бассейне Волги проживает 42% населения России и производится свыше 50% промышленной продукции. Интенсивное антропогенное воздействие привело к трансформации речного стока и загрязнению речных вод.

Периодическая космическая съемка дает возможность оценить интенсивность выноса в Каспий твердых веществ и мути.

Особенно сильный стресс получает в весеннее время дельта Волги, когда происходят залповые сбросы паводковых вод из Волгоградского водохранилища. Реальное отсутствие координации хозяйственной деятельности как государственных так и частных предприятий приводит к затоплению огромных площадей, включая дороги, без учета особенностей нереста рыбы, путей миграции перелетной птицы и других процессов. В это время космический мониторинг особенно актуален.

Вторая крупная река Северного Прикаспия – река Урал также выносит в акваторию обильные объемы взвеси. Для парирования заиления

прилегающей части моря и обеспечения судоходства в дельте р. Урал проводятся постоянные донноуглубительные работы. На космическом снимке хорошо выделяется русло главного судоходного канала.

Подъем уровня моря совпал с резкой интенсификацией добычи в регионе углеводородного сырья в виде газа и в виде нефти. Наземные исследования влияния этого фактора проводятся в таком ограниченном объеме, что их результативность практически не заметна. Вместе с тем Астраханский газоконденсатный комплекс является одним из самых крупных в мире. Это диктует необходимость постоянного наземно-воздушно-космического мониторинга всей территории дельты р. Волги и части ее поймы с участием служб геохимического анализа. Эта актуальность возрастает и в связи с проектированием новых крупных трубопроводов от Северного Прикаспия к Черному морю.

Суммируя сказанное, заметим, что такое смешение негативных факторов привело к неустойчивому развитию природного комплекса Северного Прикаспия, что в свою очередь диктует необходимость проведения периодического космического мониторинга, в котором основное место принадлежит так называемой интеллектуальной съемке с участием подготовленных космонавтов.

Дельте Волги свойственны многолетние изменения географического положения ее морского края и структуры гидрографической сети. Эти процессы сопровождаются перераспределением стока воды и наносов между водотоками. В современный период развития в пределах дельты преобладают процессы сосредоточения стока в ограниченном числе наиболее крупных магистральных рукавов и отмирания многочисленных небольших боковых водотоков.

Общее число водотоков в дельте Волги в XX веке уменьшилось, поскольку процессы их отмирания опережали процессы возникновения новых дельтовых рукавов. В 1937-1939 гг. в дельте Волги было 1100 водотоков. Общая протяженность русловой сети превышала 7500 км. В середине 70-х годов общее количество транзитных водотоков в дельте сократилось до 750, их суммарная длина составила 4500 км. Перераспределению стока в крупные рукава и отмиранию боковых водотоков способствуют: неравномерное выдвигание дельты в море в разных направлениях, искусственное углубление устьев некоторых водотоков.

История эволюции дельты Волги относительно хорошо изучена. Тем не менее, появление новой информации и развитие космических методов анализа картографической информации дает возможность расширенного исследования динамики гидрографической сети дельты и ее морского края. Важность такого исследования очевидна. Отсутствие надежного прогноза уровня моря и положения морского края дельты вынуждает выполнять совмещенный анализ разновременных карт и космических снимков.

Положение морского края дельты Волги определяется многими факторами. Одним из главных является уровень моря: при его понижении

морской край дельты в основном пассивно смещается в сторону моря, в периоды трансгрессии – в сторону суши. Другой причиной выдвигения морского края дельты в море является аккумуляция речных наносов.

Развитие гидрографической сети дельты в последующие годы имело особые черты, наличие которых связано с зарегулированием стока.

Прогноз дальнейшей динамики морского края дельты и ее гидрографической сети имеет большое значение. В случае повышения уровня моря еще на 1,5-2,0 м многие социальные и производственные объекты могут быть разрушены или оказаться под водой. Для защиты этих объектов необходимо провести комплекс специальных инженерных работ. Во время их организации важно представлять положение будущего морского края дельты при наиболее неблагоприятном развитии ситуации.

Такие же рекомендации следует высказать и в отношении территории, примыкающей к дельте р. Урал. Здесь, на берегах осушенного типа в последние 40 лет также шла переработка профиля береговой зоны, которая характерна большой отмелью. Суша этого участка Северного Прикаспия затапливается без заметных изменений профиля береговой зоны и без образования специфических форм рельефа в виде береговых валов и лагун. Большая часть солончаковых озер вдоль берега оказалась затопленной морской водой.

Одно из прикладных применений космической информации находят для целей исследования динамики и состояния структур использования земель. Как и при других исследованиях с использованием дистанционных методов оптимальным является использование космических снимков, материалов полевых наблюдений и данных статистики.

В связи с колебаниями уровня Каспийского моря мировая экологическая наука и заповедное дело особенно пристально следят за изменениями в дельте р. Волги мест обитания птиц. Ведь водно-болотные угодья дельты Волги являются ключевыми на миграционном пути многих видов птиц из западной части Азии, северной части Африки и Средиземноморья в районы Западной Сибири и севера Европейской части России. Кроме того они служат местом размножения и линьки большого числа птиц.

Основные угодья, подлежащие охране, занимают нижнюю часть надводной дельты и мелководья предустьевого взморья. На космическом снимке хорошо видно насколько это обширный район, заросший надводной и погруженной растительностью с многочисленными низкими островами. В широтном направлении он имеет протяженность около 200 км, а в меридиональном 40 – 60 км.

Как правило, дистанционный мониторинг мест обитания птиц проводится на основе изучения динамики растительности. С одной стороны растительность играет большую роль в функционировании экосистем заповедника и служит хорошим индикатором их пространственной структуры, различных условий местообитания богатой фауны. С другой

стороны, на рассматриваемой территории именно растительность является наиболее физиономичным компонентом природной среды, четко отображающимся на космических снимках. Поэтому космические снимки могут быть использованы для изучения состояния и изменений растительного покрова рассматриваемых водно-болотных угодий.

С 1978 г. началось повышение уровня Каспийского моря. В авандельте изменения растительного покрова носили в этот период неоднозначный характер. С одной стороны, на космических снимках отчетливо видно продолжающееся формирование новых зарослей тростника и рогоза в авандельте, их уплотнение и даже образование на некоторых участках акватории сплошных массивов тростника. Увеличились площади сообществ с участием лотоса. С другой стороны, увеличение глубин и изменение волнового режима вызвали быстрое изреживание растений с ломкими стеблями и слабо укореняющимися в грунте.

Наиболее отчетливо влияние повышения уровня моря выражено в зоне открытой авандельты. Здесь наблюдается сильное разрушение растительного покрова. Существенным изменениям подверглась растительность расположенных в этом районе островов.

Регулярное поступление новых данных дистанционного зондирования наряду с наземными и аэровизуальными наблюдениями могут служить основой для организации мониторинга водно-болотных угодий речных дельт, мест обитания многочисленных видов птиц.

Наиболее важную общую цель космического мониторинга природы и хозяйства Прикаспийского региона можно сформулировать следующим образом: оценить изменения природных и социально-экономических условий побережья и акватории Каспийского моря в результате антропогенного воздействия и повышения уровня моря для разработки рекомендаций по стратегии природопользования.

Влияние пиковых попусков с Волгоградской ГЭС на экологию Северо-Западного Каспия

За 8 лет первого этапа осуществления эксперимента «Ураган» получено более 300 снимков, фиксирующих распространение паводковых вод во время попусков через плотину Волгоградской ГЭС. По этой информации удастся оценить ареал распространения вод.

С вводом в действие гидроэлектростанции на нижней Волге резко изменились гидроэкологические условия на нижней Волге и в Северном Каспии. Зимний сток увеличился втрое, на соответствующую величину стока уменьшилось весенне-летнее половодье и вдвое сократилась его продолжительность.

Сток волжской воды подвержен значительным межгодовым изменениям. Согласно нормативным документам попуск воды для имитации весеннего половодья и обеспечения воспроизводства рыб осуществляется

путем сброса ≈ 2.2 км³ воды в сутки в течение первых нескольких дней, далее, пока хватает воды в водохранилищах, следует переход уровня сброса на «полку» ≈ 1.7 км³ в сутки. В незасушливые годы таким режимом сброса достигается длительность половодья 40-60 дней, что считается экологически допустимым. Однако время стояния воды на отметках ниже максимальной за половодье на 0,2 и даже на 0,5 м оказывается менее 3-4 недель, что уже критично для времени необходимого для достижения мальками рыб жизнестойкого состояния. При дефиците воды пойма частично оказывается под водой менее 2-3 недель, в результате часть личинок и мальков либо скатываются с водой, не достигнув жизнестойкого уровня развития, либо обсыхает вместе с икрой.

Неравномерность стока Волги в межень обуславливается в основном суточным и недельным регулированием стока – загрузка энергосетей и соответственно пик попусков осуществляется утром и в начале рабочей недели, спад вечером и в конце недели. Суточный расход воды в Волге в межень ≈ 0.5 куб. км, суточное изменение его более чем на 10%, приводящее к повышению уровня воды возле Астрахани более чем на 10 см – пиковый попуск.

Важнейшим итогом 17-летнего цикла мониторинга сброса огромных порций воды через плотину Волгоградской ГЭС стал вывод о том, что по оптическим изображениям, полученным с борта МКС, имеется возможность дешифровать особенности динамики и ареал распространения в море стоковых и сточных вод – основных транспортировщиков в море примесей и загрязняющих веществ, включая нефтяные углеводороды.

Использование информации РС МКС и ее анализ совместно с наземными данными позволяет подробнее взглянуть на состояние окружающей среды.

Зимними попусками осуществляется антропогенно обусловленная «транспортировка» льда на юг, улучшающая аэрацию Среднего Каспия. Возможно, это единственное экологически не вредное воздействие пиковых попусков воды (за исключением весеннего половодья) на гидрологию моря в период потепления приземного воздуха в Каспийском регионе. Для управления этим процессом, следует планировать попуск воды во время значительного развития припая у Волго-Каспийского канала при наличии прогноза об ожидающихся через неделю северных ветрах и морозной погоде. Реальная картина реализации попусков в зимнее время может контролироваться съемками с РС МКС. Это особенно важно для защиты нефтегазовых вышек и нефтепроводов «ЛУКОЙЛА».

Предложения по внедрению результатов исследования

Для изучения, контроля и прогноза хода затоплений, а также для предупреждения о них населения, необходимо проводить постоянный и оперативный мониторинг территорий возникновения и распространения этих

явлений, составлять оперативные карты затоплений, проводить анализ полученных результатов наблюдений и разрабатывать комплекс мероприятий по своевременному информированию населения о возможных наводнениях и их последствиях. Для определения масштабов наводнений наилучшим образом подходят материалы космической съемки, основными преимуществами которой являются: оперативность получения информации, большой охват территории, возможность регулярного повторения съемок и относительно низкая стоимость по сравнению с аэрофотосъемкой.

В настоящее время на орбите Земли находится большое количество космических аппаратов, поставляющих на Землю информацию с различным пространственным, спектральным, радиометрическим и временным разрешением; работающие во многих диапазонах электромагнитного спектра.

Для решения такой оперативной задачи, как обнаружение затопленных территорий и составление по данным дистанционного зондирования (ДЗ) оперативных карт затоплений, необходимо получать и обрабатывать космические изображения с пространственным разрешением 20–40 м и периодичностью – 1 сутки. .

Оперативные карты затопления территорий можно также составлять по фотоизображениям с МКС. Периодичность съемки одного и того же объекта в течение года непостоянна, но для Прикаспийского региона может достигать трех раз в сутки и иметь разрешение на местности от 2 до 50 м..

Система экологического мониторинга должна функционировать в виде многоуровневой иерархической структуры, предусматривающей проведение:

- космических съемок, в том числе с РС МКС;
- авиационных обследований;
- наземных и водных наблюдений и обследований.

Важнейшей составной частью системы является получение данных дистанционного зондирования с МКС, которые позволяют существенно расширить информационную базу принятия управленческих решений, обеспечивая возможности:

- регулярного обновления информации, практически одновременно по большим площадям;
- корректировки картографических материалов, быстро устаревающих для такой динамичной системы, какой является Прикаспийский регион;
- оперативных обследований больших площадей, особенно в случаях критических, аварийных ситуаций;
- обследования труднодоступных территорий и акваторий.

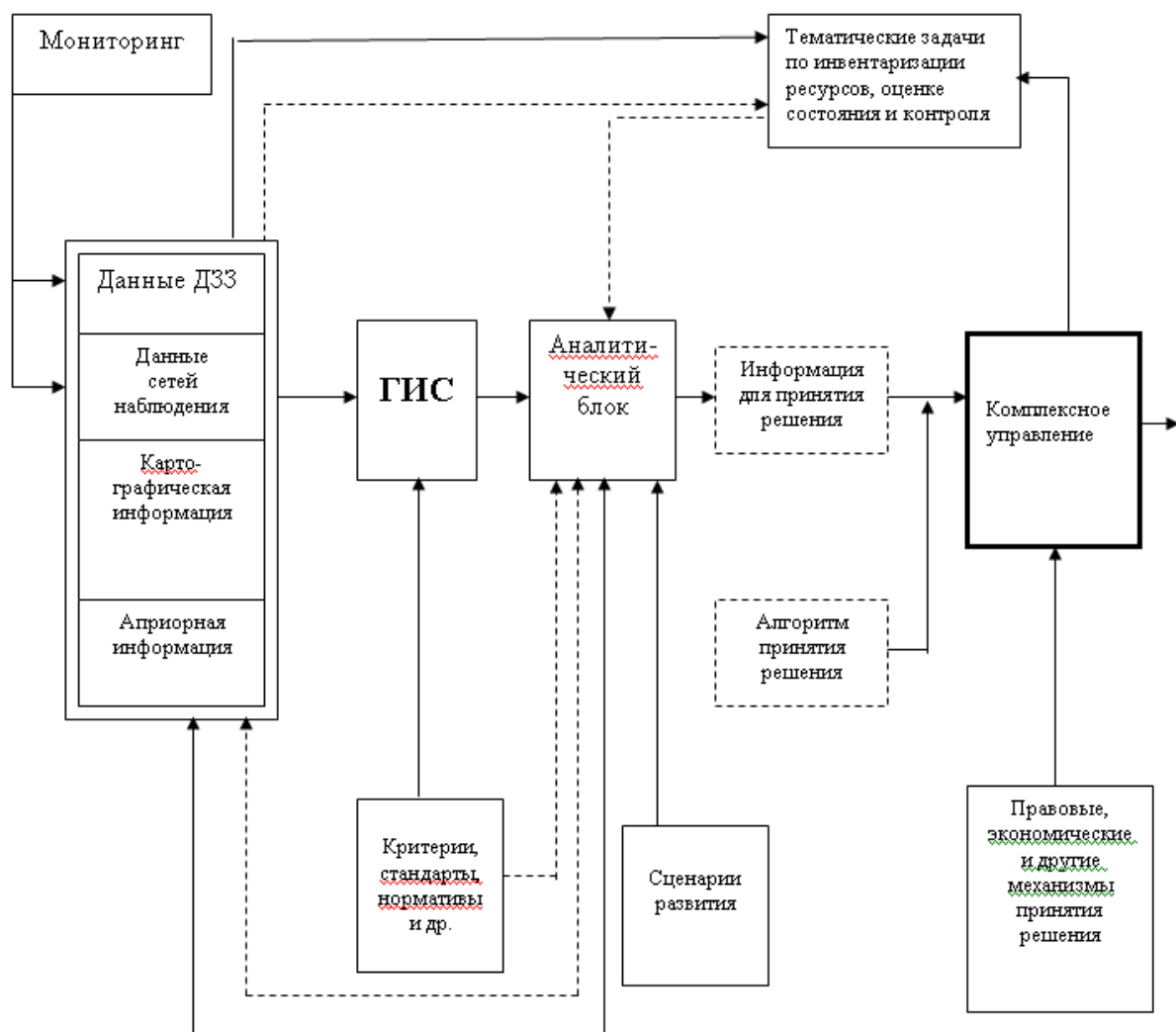


Рис. Схема реализации информационного обеспечения управления морскими и прибрежными экосистемами Прикаспийского региона

При мелкомасштабной перспективной съемке с МКС покрывается за один пролет значительная площадь (полоса охвата достигает 200 и более километров), что позволяет оценивать различные экосистемы в их взаимодействии, рассматривать трансграничные процессы, проследить источники загрязнения территории, осуществлять комплексную оценку территории. А при необходимости получения информации с высоким разрешением площадь фотографирования составляет только несколько десятков кв. км.

Для оценки состояния экосистем может быть использована информация, получаемая одновременно с помощью фотографической аппаратуры и видеоспектрометров.

Материалы цифровой фотографической съемки, выполняемой космонавтами, используются с целью уточнения границ объектов и для оценки их состояния, и обеспечивают основу для оперативного обновления

карт различных масштабов, в зависимости от пространственного разрешения съемки.

Материалы спектрометрирования могут широко использоваться для оценки состояния водных экосистем и рыбохозяйственных объектов, картографирования растительного и почвенного покрова, создания карт использования земель, оценки негативных процессов, загрязнения и деградации земель.

Проведенный анализ требований к информации дистанционного зондирования для решения различных тематических задач показал, что в дополнение к снимкам ручных фотокамер для мониторинга водных и прибрежных экосистем целесообразно включать и данные спутников, обеспечивающих разрешение на местности 50 - 70 см, для съемки тестовых (ключевых) участков и районов, требующих детального пространственного анализа ситуации.

Ядром системы информационного обеспечения должна служить интегрированная база данных, обеспечивающая поддержку управленческих решений и включающая помимо материалов аэрокосмических съемок данные сетей водных и наземных наблюдений, картографическую информацию и статистические данные.

Осуществление мониторинга требует включения в базу данных как текущей, так и априорной информации, содержащей материалы аэрокосмических съемок и сетей наблюдений за последние 10 - 20 лет. Составной частью базы данных должны являться сведения о существующих критериях, нормативах и стандартах, необходимые для оценки экологического состояния объектов.

Система информационного обеспечения должна создаваться на принципах геоинформационных технологий, в виде ГИС на территорию Прикаспийского региона. Использование геоинформационных систем позволит осуществлять:

- хранение и обработку данных от различных источников с привязкой к единой картографической основе;
- комплексную интеграцию разновременных и разномасштабных данных, поступающих от различных источников;
- комплексный анализ состояния экосистем, в обеспечение принятия управленческих решений;
- выдачу пространственно - временных данных и результатов комплексной обработки в виде тематических карт, являющихся наглядной формой информации для лиц, принимающих решение.

В качестве основы функционирования ГИС необходимо использовать цифровую картографическую базу Прикаспийского региона.

Создание ГИС требует решения вопроса об обмене данными между различными сетями наблюдений, межведомственными, региональными, национальными базами данных, что обуславливает необходимость:

- определения перечня наиболее важных тематических задач в области

мониторинга и управления морской и прибрежными экосистемами;

- определения и согласования параметров и показателей состояния экосистем, по которым будет проводиться мониторинг;
- унификации используемых методик и технических средств;
- согласования сроков сбора данных.

Еще раз отметим, космическая информация, поступающая с борта РС МКС – это важная часть системы, но одна она не способна обеспечить разумное решение актуальных вопросов природопользования.

Описанная система информационного обеспечения должна быть направлена на решение тематических задач комплексного управления водными и прибрежными экосистемами Каспия. В состав основных тематических задач, которые могут быть решены с использованием комплекса информации космической, картографической, данных наземных и наводных обследований и других, входят следующие:

- динамика береговой линии Каспия и изменение уровня моря;
- динамика загрязнений;
- морфологические изменения речных дельт и побережья Каспия;
- оценка запасов биологических ресурсов и состояние кормовой базы промысловых гидробионтов;
- оценка состояния каналов рыбоходов, зарастание водной растительностью естественных нерестилищ;
- нарушение земель техногенной деятельностью (вскрышные работы, карьеры и пр.);
- опустынивание аридных земель, в том числе: деградация кормовых угодий, развитие эрозионных процессов, засоление почв, поражение пожарами.

Неотъемлемой частью системы информационного обеспечения управленческих решений должен служить аналитический блок, обеспечивающий:

- оценку достоверности данных;
- интеграцию данных от различных источников;
- тематическую интерпретацию материалов
- анализ материалов аэрокосмической съемки совместно с данными водных и наземных наблюдений;
- экспертный анализ всего комплекса полученной информации в целях подготовки сбалансированных решений по управлению водными и прибрежными экосистемами.

Эффективным инструментом информационной поддержки принимаемых решений может служить комплекс моделей, обеспечивающих анализ информации в соответствии с решаемой задачей, сопоставление полученных данных с заданными критериями, нормативами и стандартами, выявление трендов развития и прогноз состояния экосистем, проигрывание различных сценариев развития.

В комплекс моделей целесообразно включить:

- модели оценки ресурсов;
- модели оценки воздействия негативных процессов и явлений на состояние

морской и прибрежных экосистем;

- модели оценки динамики и прогноза состояния экосистем;
- модели оценок рисков принятия несбалансированных решений;
- модели оценки ущерба по совокупности эколого-экономических показателей, а также других моделей, диктуемых перечнем наиболее важных тематических задач.

Для реализации аналитических функций в качестве постоянно действующего элемента системы на региональном уровне целесообразно создание специализированного информационно - аналитического центра, оснащенного современными технологиями, приборными и программно-аппаратными средствами, а также средствами телекоммуникаций и обмена информацией на единой концептуальной и методической основе, что позволит снять основную проблему согласованной обработки, обобщения информации и подготовки решений, скоординированных как по горизонтали, так и по вертикали существующей иерархии управления.

Отработка указанных подходов к созданию системы информационного обеспечения управления экосистемами в ходе проекта осуществляется на пилотных полигонах, которые репрезентативны по своим природным условиям и широкому кругу экологических и прочих проблем для всей территории Прикаспийского региона.

В рамках такого подхода на территории Прикаспийского региона необходимо выбрать тестовые участки.

Предлагаемая геоинформационная система позволяет обеспечивать данными обоснование содержания рационального землеустройства, основной целью которого в условиях рыночной экономики служит, с одной стороны, экономический интерес максимально интенсивно использовать сельскохозяйственные земли и с другой - сохранить земельные ресурсы и защитить их от истощения. Для достижения указанной цели осуществляется подготовка проектов хозяйственного землеустройства, определяющих размещение и площади сельхозугодий, инфраструктуры, земель мелиоративного фонда, природоохранных зон вокруг населенных пунктов, рек, производственных центров с учетом агроэкологической группировки земель и их оценки по степени интенсивности использования, видам и технологиям возделывания сельскохозяйственных культур.

Реализация на практике данных предложений послужит базой совершенствования системы информационного обеспечения управления морской и прибрежными экосистемами Прикаспийского региона.

Продемонстрированные выше подходы и возможности использования современных информационных технологий в управлении морской и прибрежными экосистемами в условиях трансграничного характера большинства экологических проблем Каспия могут представить определенный интерес для природоохранных органов всех прикаспийских стран, а также быть востребованы при формировании системы регионального сотрудничества по защите морской среды Каспийского моря. Они будут полезными в процессе создания и реализации национальных и региональных

планов действий в области природопользования и охраны окружающей среды Каспия, а также при организации мероприятий по обеспечению экологической безопасности разнообразной хозяйственной деятельности на его акватории и в прибрежных зонах.

Представленные материалы свидетельствуют также о важности формирования адекватного информационно-технологического обеспечения развиваемых ЮНЕП и другими международными организациями современных подходов к комплексному управлению природными ресурсами и защите окружающей среды Каспийского моря и других географически и экологически системно-целостных объектов.

Острая экологическая ситуация требует формирования современной системы комплексного управления окружающей средой Прикаспийского региона Российской Федерации, основанной на космическом мониторинге, в частности съемок с РС МКС.

До сих пор отсутствует комплексный системный подход к проблеме контроля природных ресурсов Каспийского моря. Не используются современные технологии экологического мониторинга. Не создана система особо чувствительных зон Каспия, нет единых стандартов и нормативов, регулирующих деятельность нефтяных компаний в акваториях Каспийского моря.

Пилотный проект

Практическое внедрение результатов 17-летнего этапа съемок Прикаспийского региона с МКС и его дальнейший целенаправленный мониторинг настоятельно требует научных исследований в рамках пилотного проекта. Результаты этого проекта позволят создать наиболее оптимальную с точки зрения финансовых затрат и эффективности функционирования систему мониторинга Прикаспийского региона.

В настоящее время ГИС рассматривается в качестве интегрирующей технологии, которая обеспечивает возможность представить даже на первый взгляд несопоставимые данные в объединяющем их виде. Наложение друг на друга различных тематических слоев данных и направленности в едином географическом пространстве позволяет реально их объединить и извлечь из них новую информацию, которая помогает в решении разнообразных задач и в более эффективном, рациональном и осмысленном выполнении работы.

ГИС стало незаменимым инструментом, когда интеграция информации критически важна. Эта технология работает с географической информацией из многих источников и поддерживает широкий спектр прикладных направлений и задач.

Несомненно, такие широкомасштабные по объему информации регионы как Прикаспийский особенно нуждаются в создании ГИС. Очевидно также, что разработке ГИС должен предшествовать пилотный проект по созданию территориального банка данных (ТБД) природных ресурсов, концептуальные задачи которого включают:

- отработку технологической цепочки сбора исходной информации;
- разработку ТЗ для внедрения системы на территориальном уровне;

- разработку модели данных;
- разработку техрегламентов ведения ТБД по природопользованию;
- разработку и определение стадийности подготовки и загрузки данных для последующих этапов реализации проекта;
- обработку и загрузку данных первой очереди (определяются в ходе реализации пилотного проекта)

При выборе территории модельных тестовых участков (полигонов) для пилотного проекта учитываются следующие критерии:

1. Политико-экономическая ситуация, динамика и перспективы развития района, уровень развития производительных сил и т.д.
2. Наличие многообразия природных условий, ландшафтов, гидросети; выраженное природопользование.
3. Предварительные результаты инвентаризации существующей информации.
4. Высокая степень геолого-геофизической изученности. Длительная история разработки месторождений.
5. Развитая сеть инфраструктуры (магистральной и промысловой).

В процессе пилотного проекта должны быть решены следующие задачи :

- обзор существующей информации по природным ресурсам и ее географического покрытия, анализ ее полноты, актуальности, достоверности;
- создание логической и физической модели собранных данных;
- выбор программного обеспечения для реализации проекта;
- обзор данных дистанционного зондирования, дополняющих материалы съемок с борта МКС, и определение возможности их использования для обновления сведений о природных ресурсах;

- оценка общего объема информации и работ, которые предстоит выполнить при реализации проекта создания ТБД природных ресурсов Прикаспийского региона.

- выбор программного обеспечения ГИС и системы управления базой данных для хранения, обработки и анализа данных.

Главным итогом пилотного проекта является создание рабочего варианта системы, позволяющей получать наглядное представление о большинстве функциональных возможностей будущего ТБД.

В мире существует много профессиональных ГИС-продуктов отечественного и зарубежного производства. При выборе ГИС необходимо проанализировать следующие параметры:

- распространенность системы в России и на территории региона;
- развитие инструментария для работы с пространственными данными;
- масштабируемость создаваемой БД;
- возможность систематического обновления информации с помощью данных ДЗЗ.

Обновление информации – достаточно трудоемкий и дорогостоящий процесс. В проекте используются материалы съемок с МКС за разные годы

и разного содержания, позволяющих определять геометрию и свойства объектов съемки. Для нормального функционирования системы необходимо иметь актуальные данные, причем оптимальная частота обновления данных для каждого элемента природных ресурсов – различная. Поэтому при реализации пилотного проекта необходимо решить вопрос о том, как часто должны обновляться те или иные данные и где это лучше делать, на местах или централизованно.

Предметный анализ задач по природным ресурсам – очень важная часть работы, которая влияет как на весь процесс создания системы, так и на конкретизацию номенклатуры собираемой информации. Задачи, которые в дальнейшем будет позволять решать ТБД природных ресурсов, скажутся на экономической эффективности создания данной системы.

При выборе ПО необходимо учитывать следующие обстоятельства: используемый программный продукт должен быть относительно прост в эксплуатации и не должен требовать длительной подготовки персонала.

Создаваемая система должна иметь клиент-серверную архитектуру и интегрировать в одной схеме как векторную графическую, так и атрибутивную информацию. Система должна обеспечивать приемлемую скорость выполнения запросов, в том числе и пространственных.

Процесс создания хранилища данных заключается в разработке модели данных по блокам пилотного проекта. С формальной точки зрения модель данных можно представить как совокупность таблиц и связей между ними. Назначение модели данных это обеспечение целостности данных и их интеграции, обеспечение решения прикладных задач.

Особенности модели данных, создаваемой в процессе пилотного проекта, состоят в следующем:

- база данных пилотного проекта должна при проектировании иметь блочную структуру;
- база данных строится на основе реляционной модели данных; модель данных предусматривает хранение в одной схеме как графических, так и табличных данных.

Построение модели должно проводиться последовательно по блокам данных пилотного проекта. На первом этапе все собранные данные по текущему блоку подвергаются детальному анализу: определяется круг задач, форма представления информации, перечень необходимых отчетов. Результатом этого этапа должно быть создание описания блока банка данных. Это описание вместе с собранными данными подвергается предварительному анализу, который заключается в построении концептуальной модели данных. Концептуальная модель включает в себя объекты, атрибуты объектов и связи между объектами. Построение концептуальной модели требует постоянных консультаций специалистов предметной области.

На последнем этапе создается физическая модель данных. Проводятся работы по преобразованию выделенных объектов, атрибутов и связей в физические объекты базы данных.

Одна из основных идей реализации проекта – дать пользователю возможность динамически менять набор отображаемых на карте данных. Пользователь может вызвать так называемое дерево слоев проекта, которое содержит полный набор загруженной в систему географической информации. Слои в этом дереве объединены в смысловые (тематические), группы, что позволяет без особых усилий осуществлять поиск.

При создании программной системы пилотного проекта должны выявляться запросы, которые хотя и несут в себе необходимую нагрузку, но не могут быть привязаны к векторным объектам карты. Для их представления пользователю должно быть создано специальное дерево справочной информации, в котором имеются справочники и документы, содержащие общую информацию по всему региону или отдельному административному району.

Для идентификации объектов географических слоев на карте берется специальный компонент, позволяющий пользователю получить список объектов из всех имеющихся слоев для указанной точки карты и просмотреть атрибутивную информацию по каждому из них.

Из списка объектов можно будет вызывать специализированные формы просмотра детальной информации по каждому объекту. Атрибутивные формы обеспечивают доступ к документам, привязанным к объектам, например, фотографии, описания. Одной из основных идей, которые хотелось бы реализовать в пилотном проекте, является возможность выполнения запроса к карте. В первом приближении запрос к карте можно представить как агрегацию данных по выбранной пользователем территории. Для выполнения запроса к карте пользователю достаточно будет выбрать интересующую его территорию и определиться с типом запроса. Из каждой формы запроса к карте можно будет перейти к соответствующему отчету, который должен выводиться на бумагу. Идея реализации агрегированных запросов к карте найдет развитие в решении прикладных задач расчета ущерба. Очень часто возникает необходимость получения данных по набору географических объектов: автодорогам, трубопроводам, кустовым площадкам, линиям электропередач, карьерам и т.д. Для организации запросов к карте для такой сложной структуры коммуникаций должен быть создан специальный инструмент. Он позволил бы после выбора объекта запроса выполнить расчет ущерба, например, рыболоводческому хозяйству при антропогенном воздействии, пастбищам, лесному фонду и т.д. Следует отметить, что программная система пилотного проекта позволяет формировать большое количество разнообразных отчетов.