

REFERENCES

1. Voskresensky I.S., Suchilin A.A. Opyt primeneniya GIS dlja regional'nogo geomorfologicheskogo rajonirovaniya pri ocenke vozdejstvija na okruzhajushchuju sredu trass magistral'nyh truboprovodov [GIS-based regional geomorphological zoning for assessment of environmental impact of major pipelines]. Materialy mezhdunarodnoj konferencii "InterKarto/InterGIS 22", Protvino: Izdat. dom "Nauchnaja Biblioteka", 2016, T. 1, pp. 173–183. DOI: <http://dx.doi.org/10.24057/2414-9179-2016-1-22-173-183>.
2. Geomorfologicheskoe rajonirovanie USSR [Geomorphological regionalization of the USSR]. Moscow: Vysshaya shkola, 1980, 343 p.
3. Kruzhalin V.I. Ekologicheskaja geomorfologija sushy [Ecological geomorphology of land]. Moscow: Nauchnyj mir, 2001, 176 p.
4. Kuzmin S.B. Opasnye geomorfologicheskie processy i upravlenie estestvennymi riskami [Hazardous geomorphological processes and natural risk management]. Ros. Akad. Nauk, Sib. Otd-nie, In-t geografii im. V.B. Sochavy, Novosibirsk: Akademicheskoe izd-vo "Geo", 2009, 195 p.

УДК 528.88: 528.856: 502.065: 004.9

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-3-23-178-194

В.А. Мелкий¹, А.А. Верхотуров²

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ И ДИНАМИКИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

АННОТАЦИЯ

Нарастающее антропогенное воздействие часто приводит к возникновению и развитию негативных процессов на землях, снижая тем самым их хозяйственную ценность. Территория Сахалинской области расположена на границе Евразийского континента и Тихого океана, где интенсивно проявляется взаимодействие геосферных оболочек, следовательно, подвергается воздействию различных активных природных процессов, характерных для таких зон. Среди многочисленных процессов, которые протекают здесь весьма активно, можно назвать сейсмические, вулканические, абразионные, морфолитодинамические, муссонной атмосферной циркуляции и ряд других. Активные геотермальные процессы в совокупности с избыточным увлажнением приводят к изменениям в биосфере (гигантизм растений). Поэтому важно проводить периодический мониторинг для оценки состояния окружающей среды, темпов развития и определения скорости процессов.

Проведение оперативного регионального мониторинга земель возможно только на основании данных дистанционного зондирования Земли с регулярным обновлением тематических карт при помощи геоинформационных технологий.

В Сахалинском государственном университете выполнен анализ особенностей природно-климатических условий региона, влияющих на методiku ведения мониторинга земель, а также на интерпретацию его результатов. При проведении научных исследований были использованы методы геоинформационного картографирования, пространственного анализа, тематического дешифрирования и др.

В результате разработана и внедрена на станции приёма спутниковой информации Сахалинского государственного университета технология комплексного регионального мо-

¹ Технический нефтегазовый институт Сахалинского государственного университета; Россия, 693008, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290; e-mail: vamelkiy@mail.ru

² Технический нефтегазовый институт Сахалинского государственного университета; Россия, 693008, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, 290; e-mail: ussr-91@mail.ru

мониторинга земель в Сахалинской области, позволяющая принимать, хранить, анализировать и представлять в картографическом виде информацию об оценке состояния земель, учитывающая специфические природные условия территории.

В статье приводится технологическая схема комплексного регионального мониторинга земель, раскрываются содержание баз данных о процессах, изменяющих состояние земель и научно обоснованный период космических наблюдений за ними, возможности блоков сбора и подготовки данных, анализа текущего состояния земель, а также представлены решения по обеспечению доступа потребителей к накопленной информации.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

мониторинг земель, геоинформационное картографирование, космические съёмки, база данных, геопортал

ВВЕДЕНИЕ

В процессе проведения регионального мониторинга земель выполняется оценка состояния земельных ресурсов, определяются степень их изменённости и составляется прогноз развития природно-техногенных процессов, а также вырабатываются рекомендации по уменьшению возможных рисков.

В работе проанализированы технические возможности систем наземного и космического мониторинга, данные с которых могут приниматься станциями, расположенными на территории Сахалинской области (TERRA, Landsat, NOAA и других). Разработаны структуры баз данных, а также порядок анализа и оценки мониторинговой информации при помощи геоинформационных технологий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе использовались следующие материалы:

- топографические карты Сахалинской области Генштаба Вооружённых сил РФ, Государственного научно-внедренческого центра геоинформационных систем и технологий ФГУП «Госгисцентр» (далее Госгисцентр) в масштабах 1: 100 000 – 1: 1 000 000;
- цифровая модель рельефа (ЦМР-SRTM)
- космические снимки TERRA, NOAA, Landsat 5–Landsat 8 за период с 1995 по 2017 гг.,
- фондовые и литературные данные.

Для дальнейшей обработки и анализа векторизовались тематические карты:

- государственная геологическая карта Российской Федерации в масштабе 1: 200 000 [Государственная..., 1987–2002];
- почвенная карта о. Сахалин в масштабе 1: 2 500 000 и другие картографические материалы.

При исследованиях применялись следующие методы: математического и геоинформационного картографирования, статистические, методы комплексных физико-географических исследований, пространственного анализа и тематического дешифрирования. В процессе поиска путей оптимизации технологии мониторинга земель регионального уровня изучались и применялись методики исследования среды по данным дистанционного зондирования (ДЗЗ) в различных диапазонах электромагнитного спектра [Алексанин и др., 2010; Бакланов и др., 2011; Барталев и др., 2011; Бондур, Зверев, 2012; Бондур, Крапивин, Савиных, 2009; Братков и др., 2011, 2014; Гордеев, Гирина, 2014; Зверев, Гаврилова, 2012; Мелкий, 2002; Мелкий и др., 1998; Рыльский, Тикунов, 2016; Тикунов и др., 2016; McDonald I. R., 1998; Oshima K. I., Watanabe T., Nihashi S., 2003; Pyle *et al.*, 2013].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наблюдения за состоянием природной среды, проведённые ранее

Природа Сахалина и Курильских островов издавна привлекала и привлекает внимание исследователей. На ранних этапах (XVIII-XIX вв.) геологическое строение, фауна и флора изучались российскими учёными [Шмидт, 1874; Анерт, 1908], затем в начале XX в. – японскими [Miyabe, Miyabe, 1915; Sugawara, 1937 и др.]. Исследования компонентов экосистем проводились в регионе сотрудниками ведомственных и академических институтов в 50-80-х гг. XX в. [Толмачёв, 1956; Воробьёв, 1963; Попов, 1969 и др.].

Комплексные экспедиционные работы по изучению геосистем проводились в рамках Международных Сахалинского и Курильского проектов, а также при подготовке технико-экономического обоснования (ТЭО) разработки месторождений на шельфе. Активизация работ по шельфовым проектам «Сахалин-1» и «Сахалин-2» побудила сделать первые шаги по организации геозекологического мониторинга, позволяющего обосновывать и принимать своевременные меры по минимизации негативных последствий антропогенного воздействия. Геозекологическое состояние территории оценивалось по ряду факторов: сейсмичности, подверженности экзогенным процессам, состоянию подземных вод, почв и т. д. [Баркалов, 2009; Воронов, 2004; Гришин, 2008; Красикова, Сабиров, 1999; Крестов и др., 2004; Сабиров и др., 2009; Таран, 2003; Чабаненко, 2002]. Для прибрежно-шельфовой зоны Сахалина впервые составлен комплект мелкомасштабных карт геозекологического содержания [Стрючков, Нам, 2003]. В это же время создан первый атлас сахалинского шельфа [Пищальник, Бобков, 2000].

Первые идеи по созданию эффективной системы мониторинга нефтегазовых месторождений на шельфе были представлены в монографическом сборнике, подготовленном Специальным конструкторским бюро средств автоматизации морских исследований (СКБ САМИ) ДВО РАН и Сахалинским отделением Русского географического общества [Охрана..., 2001]. Наблюдения начали проводить уже на стадии ТЭО разработки шельфа.

Информацию о состоянии земель ежегодно обобщает и представляет в публичных докладах (название их несколько видоизменяется) Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Сахалинской области [Доклад..., 2002–2016]. Мониторинг правового режима, контроля правильного использования и экономического состояния земель в рамках государственного мониторинга земель в Сахалинской области ведётся Федеральным центром агрономической службы «Сахалинский». Один раз в 4 года земли сельскохозяйственного назначения подвергаются радиологическому и сплошному токсикологическому обследованию на 18 реперных участках в разных районах области. Центр гигиены и эпидемиологии в Сахалинской области осуществляет мониторинг состояния почв: производит анализ на территориях 9 муниципальных образований.

В настоящее время производственный мониторинг ведут все операторы, принимающие участие в разработке шельфовых месторождений. Они представляют ежегодные отчёты о мероприятиях по обеспечению экологической безопасности [Отчёт..., 2002–2016; Проект..., 2002–2016].

Наши исследования выявили проблему острого недостатка актуальной информации о состоянии земель в регионе вследствие сложной, затратной и малоэффективной организации системы государственного мониторинга земель.

Разработка технологической схемы комплексного регионального мониторинга земель

В разработанной технологической схеме комплексного регионального мониторинга земель (рисунок 1) внедрены 4 базы данных (БД), структурно входящих в банк данных (БнД). Главной особенностью является программно-аналитический комплекс, который обеспечивает функционирование БД и состоит из пяти блоков, необходимых для работы с данными массивов: картографического обеспечения и фактических наблюдений. После прохождения процедур сбора и подготовки, эти данные сохраняются в БД о компонентах среды и о природно-техногенных процессах соответственно. Далее информация из этих БД

используется блоком текущего состояния для оценки степени нарушенности земель. Блоком оценки динамики состояния земель путём сопоставления карт текущего состояния с извлечёнными из БД архивных материалов картами, выполненными в предыдущие периоды наблюдений, подготавливаются карты изменения состояния земель. По мере накопления сведений о скорости развития процессов, изменяющих состояние земель, блоком прогнозирования изменения состояния земель производятся модели и подготавливаются прогнозные карты [Пищальник, Бобков, 2008; Verntsen, 2004; Richards, 2013].

Через блок «интерфейс пользователей» осуществляется связь с пользователями, производится приём заказов и выдача результатов информации о состоянии земель в необходимой пользователю форме.

Функционирование БД комплексного регионального мониторинга земель обеспечивается необходимым набором программно-аппаратных средств по получению, обработке, хранению и извлечению информации из соответствующих БД.

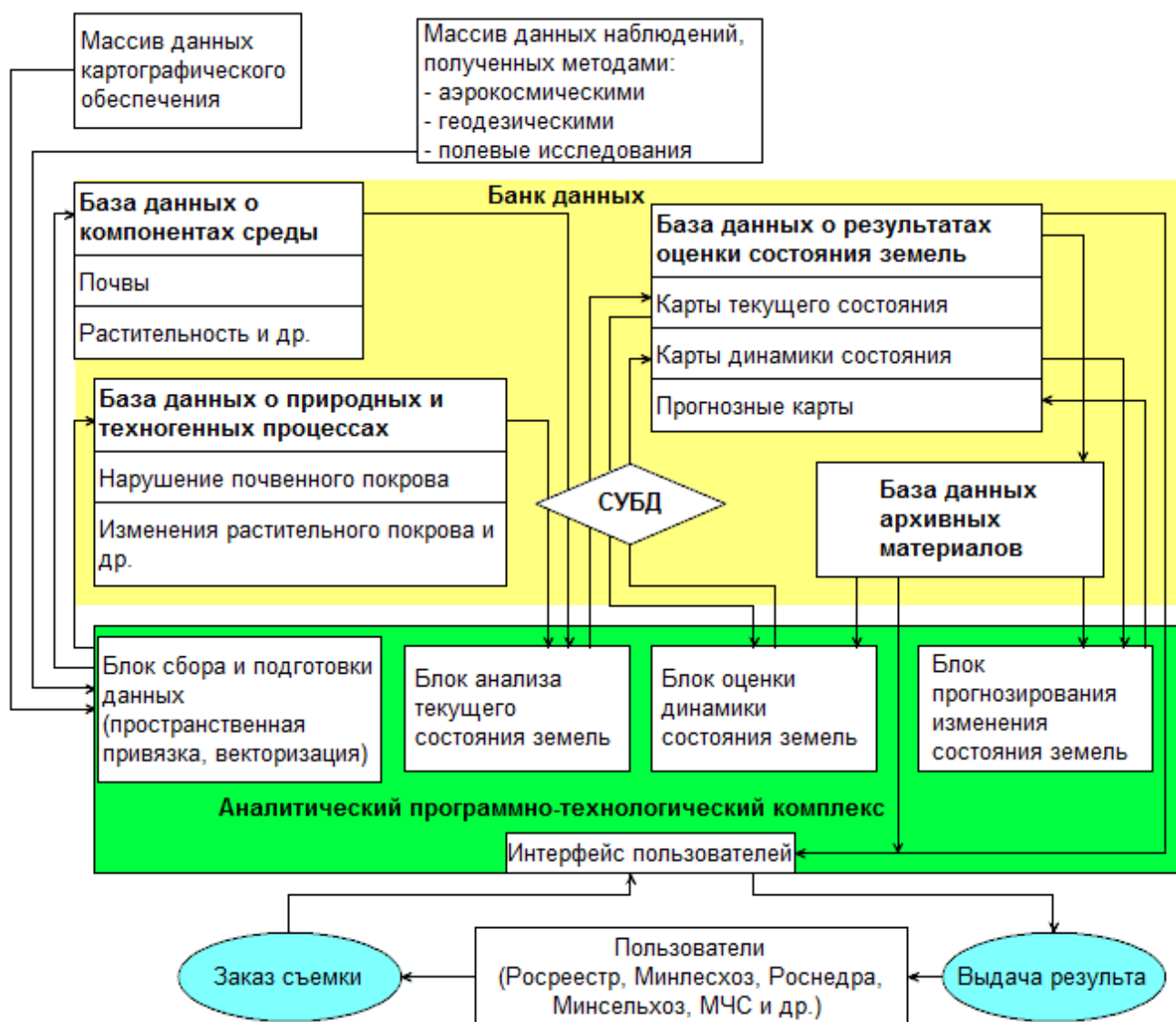


Рисунок 1. Технологическая схема комплексного регионального мониторинга земель
Figure 1. Technological scheme of complex regional monitoring of land

Формирование массива наблюдений

Для Сахалинской области определён состав БД о процессах и явлениях, которые должны наблюдаться в ходе мониторинга с рекомендуемой периодичностью наблюдений средствами ДЗЗ с учётом характера возможных изменений состояния земель (таблица 1).

Период наблюдений определён в соответствии с результатами проведённых исследований компонентов природной среды, которые дали возможность определить сезон, когда прямые и косвенные дешифровочные признаки позволяют наиболее качественно отслеживать происходящие изменения.

На глобальном уровне наблюдения за такими природно-техногенными процессами производятся ежедневно, как лесные пожары, вулканическая деятельность, ледовая обстановка.

Таблица 1. Состав базы данных о процессах, изменяющих состояние земель, и период космических наблюдений за ними

Table 1. The composition of database about processes changing the state of the land, and the period of space observations for them

Наблюдаемые процессы	Период наблюдений
<ul style="list-style-type: none"> • заболоченность и подтопление земель • нарушение почвенного покрова • проявления вулканической деятельности и сейсмической активности • изменение растительного покрова 	2 наблюдения в год в летний и осенний периоды
<ul style="list-style-type: none"> • склоновые процессы • загрязнение земель нефтью 	2 наблюдения в год в весенний и осенний периоды
<ul style="list-style-type: none"> • эрозионные процессы • загрязнение водных объектов 	1 наблюдение в год в осенний период
<ul style="list-style-type: none"> • абразионные процессы 	1 наблюдение в год в осенний, либо летний, либо весенний период
<ul style="list-style-type: none"> • ледяной покров морей • атмосферные процессы 	Ежедневно

Таблица 2. Характеристики спутниковых комплексов, доступных для станции приема в Сахалинской области

Table 2. Characteristics of the Satellite complexes available for the receiving station in Sakhalin Region

Спутниковая система	Разрешающая способность, м	Ширина полосы съёмки, км	Периодичность съёмки	Кол-во каналов
Terra, Aqua	250-1000	2300	1-2 раза в сутки	36
NOAA	1100	3000	3-4 раза в сутки	5
Suomi NPP	375 / 750 на краях полосы	3000	1-2 раза в сутки	22
Landsat 8	15 в панхр. / 30-100	185	1 раз в 16 дней	11
SPOT 6/7	1,5 в панхр. / 6	60	2 раза в сутки	5
Sentinel-2	20 в панхр. / 60	290	2-3 в сутки (средние широты)	12

Техническое обеспечение приёма данных дистанционного зондирования

Связующим элементом между источником ДЗЗ и массивом данных наблюдений является региональная станция приёма спутниковой информации. Приём данных организован на базе Южно-Сахалинской научно-исследовательской станции приёма и обработки спутниковой информации (ЮСНИС) СахГУ.

Для решения конкретных задач регионального мониторинга земель рекомендуется использование данных с космических аппаратов, которые производят съёмку в различных областях электромагнитного спектра с достаточной разрешающей способностью и через необходимый временной интервал съёмки (таблица 2).

Разработка блока по сбору, хранению и обеспечению доступа к пространственным данным

Формирование картографического обеспечения для функционирования региональной системы мониторинга земель возможно на основе создания геопортала, который обеспечивал бы доступ к данным администраторам и потребителям. Для размещения данных мониторинга земель можно использовать геопортал инфраструктуры пространственных данных РФ (доступ обеспечивается Росреестром), или задействовать аналогичный ресурс.

Главными составляющими архитектуры геопортала будут центральный узел региональной системы мониторинга земель и её периферийные узлы, находящиеся в районах и на предприятиях. Центральный узел создаётся и внедряется как составной компонент интегрированной сети Российской информационной системы пространственных данных.

Архитектура геопортала должна содержать [Кошкарёв и др., 2010]:

- подсистему метаданных, позволяющую вести поиск в базе метаданных, а также в регистрах подсистем данных, прикладных схем и сервисов;
- подсистему данных, обеспечивающую хранение данных, их преобразование в стандартизованное представление и обратно для привычной визуализации;
- подсистему прикладных схем, включающих легенды карт различного тематического содержания;
- подсистему сервисов, обеспечивающих выполнение следующих операций:
 - поиск данных (на основе метаданных);
 - визуализация;
 - «скачивание» информации, с возможностью копирования пространственных данных и обеспечения прямого доступа к пространственным данным;
 - трансформирование данных;
 - геокодирование;
 - вызова удалённых сервисов.

Интерфейс системы представляется веб-порталом. В связи с этим доступ пользователям к информации осуществляется посредством веб-страниц через интернет-браузер. Разрабатывая архитектуру геопортала, необходимо отдавать приоритет обеспечению защиты информации и стабильности работы системы, а также организации взаимодействия участников в сети. Повышение стабильности работы системы происходит за счёт создания ряда центральных серверов. В этом случае при отказе одной из серверных станций система будет продолжать функционирование и обрабатывать заявки пользователей [Горобцов, Подрядчикова, 2014, Дубровский, 2015].

Для обеспечения оперативного построения тематических карт высокой детализации необходимо сформировать БД, насыщенную информацией, полученной при оцифровке существующих, а также фондовой, литературной карт и данными космической съёмки.

Для подготовки картографического обеспечения мониторинга земель задействован блок сбора и подготовки данных, предложенный в технологической схеме (рисунок 2).

Данные картографического обеспечения представлены отсканированными и векторизованными картами, а также фондовыми и научно-литературными источниками в цифровом формате. Данные фактических наблюдений состоят из аэрокосмических снимков и материалов полевых исследований (подспутниковых наблюдений). Информация этих массивов проходит процедуры сбора и оценки пригодности использования, а также подготавливаются для последующего перемещения в соответствующие БД в унифицированных форматах (shape, TIFF, doc).

В БД заложена информация о природно-климатических условиях и техногенных комплексах региона в виде тематических векторных слоёв и растровых данных. Это позволяет полноценно обеспечивать мониторинг земель исходными данными (таблица 3).

Технология мониторинга земель предопределяет необходимость работы с пространственно-ориентированными данными. Для корректного отображения и распределения в геоинформационном пространстве выполняется предварительная обработка с точной координатной привязкой.

Построение тематических карт начинается с настройки подходящей под территорию математической основы. В ArcGIS при переходе между масштабными уровнями можно проводить генерализацию посредством набора инструментов модуля ArcToolBox, а также через свойства слоя или, используя атрибутивную выборку.

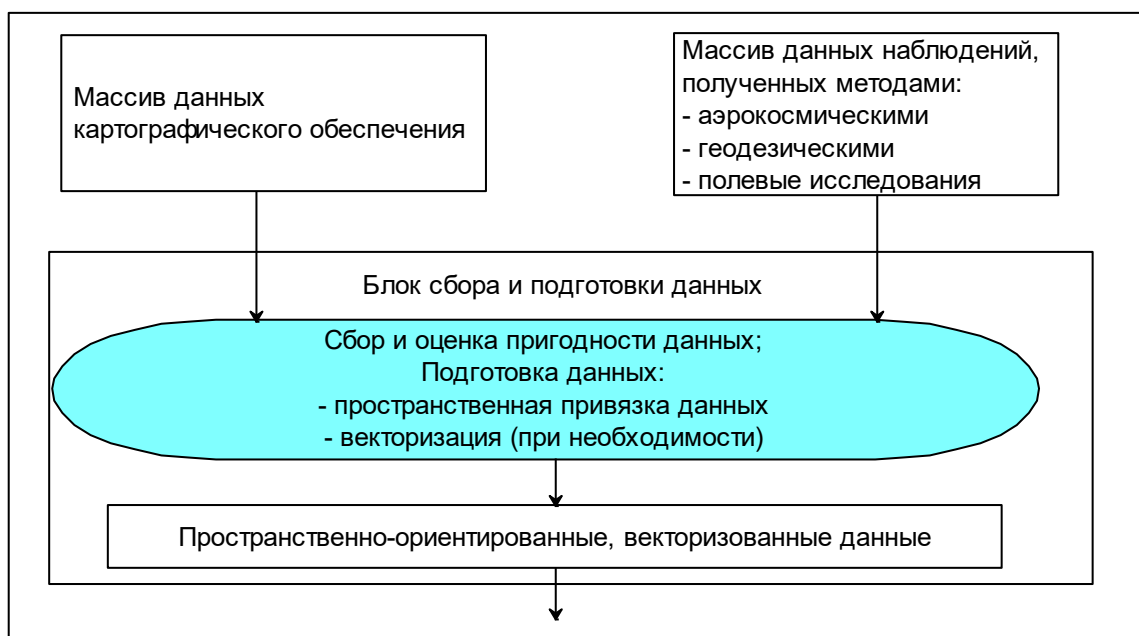


Рисунок 2. Блок сбора и подготовки данных
Figure 2. Block of collecting and processing data

Таблица 3. Тематические разделы БД о компонентах среды
Table 3. Thematic sections of the Database about the components of the environment

1. Геологическое строение, рельеф (13 слоев)	4. Ландшафты (2 слоя)
2. Климатические условия (26 слоев)	5. Природные ресурсы (4 слоя)
3. Водные объекты (2 слоя)	6. Населённые пункты и объекты инфраструктуры (4 слоя)
7. Объекты промышленности (3 слоя)	

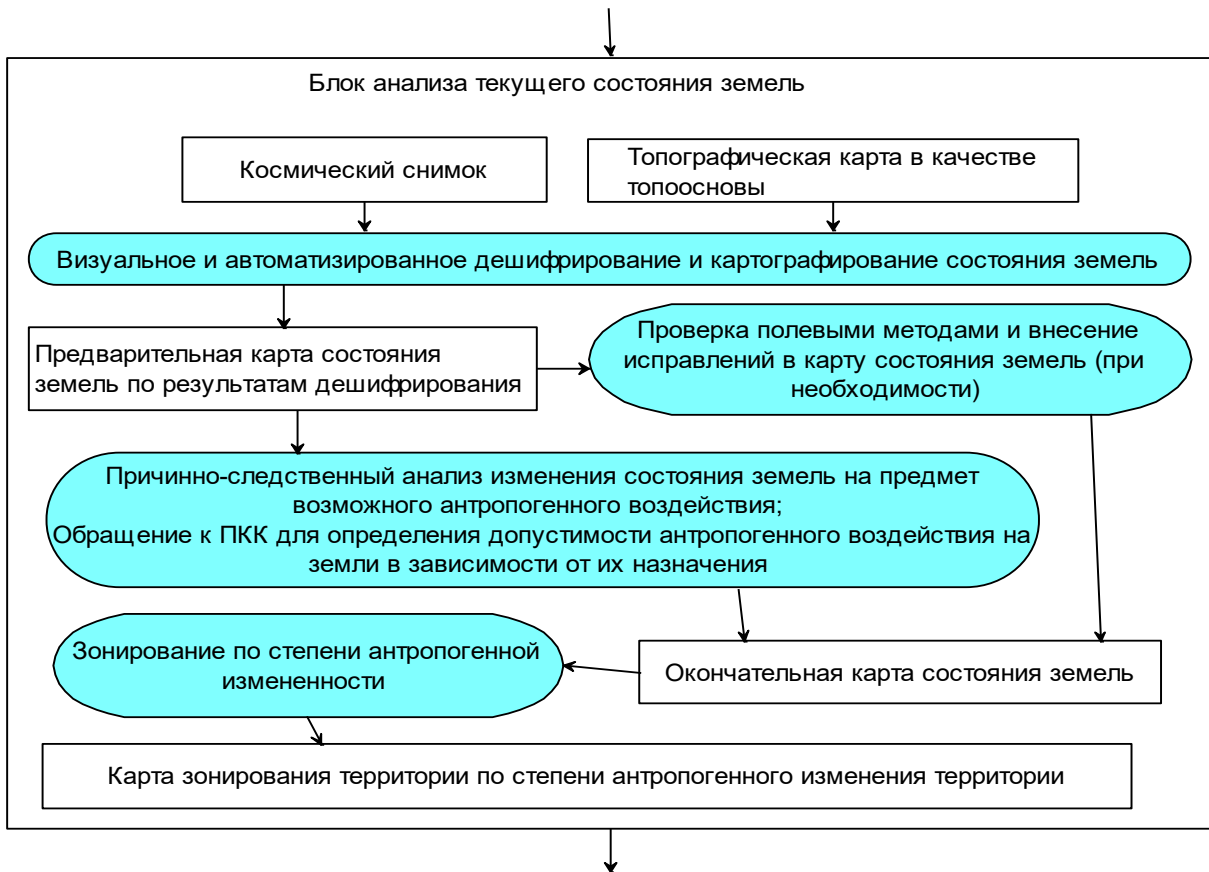


Рисунок 3. Блок анализа текущего состояния земель
Figure 3. The unit of analysis of current state of the land

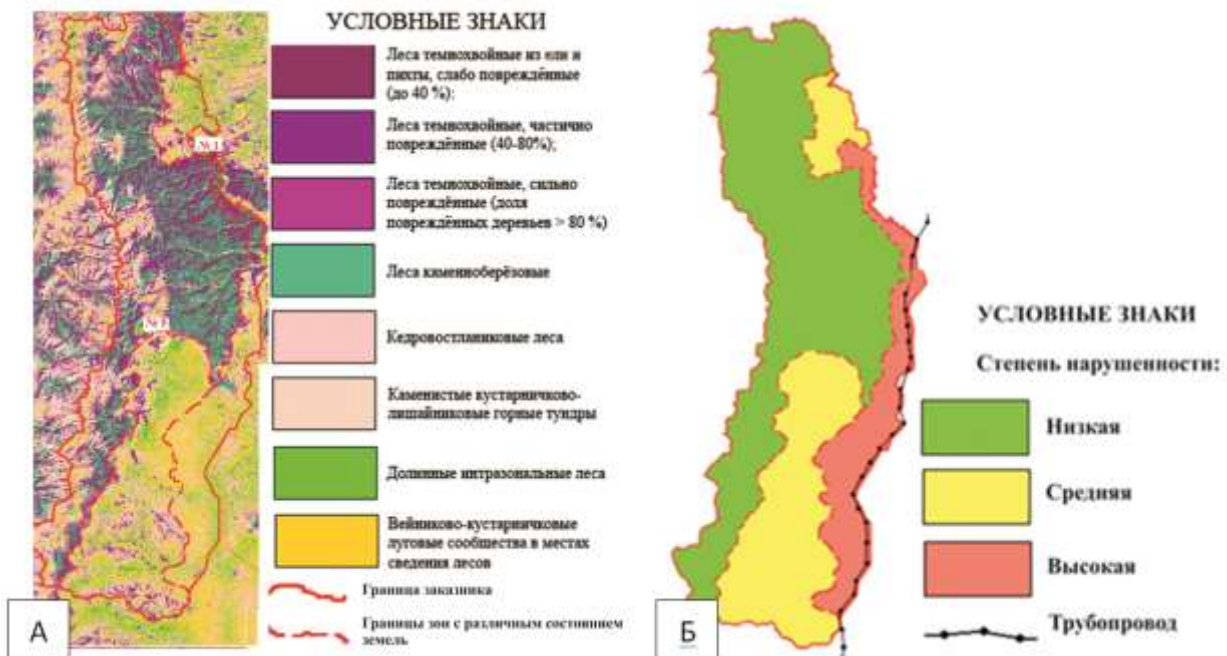


Рисунок 4. А – Результаты дешифрирования космического снимка;
Б – Зонирование территории
по степени антропогенной измененности растительного покрова
Figure 4. А – Results of decoding the satellite image;
Б – Zoning according to degree of anthropogenic variation of vegetation

Разработка блока анализа текущего состояния земель

Проведение новых наблюдений, их обработка с составлением мониторинговых карт пополняют БД. Таким образом, сформированная система режимных наблюдений позволяет производить оценку динамики природно-техногенных процессов.

Данные мониторинга состояния земель различного назначения необходимо проводить по каждому из компонентов среды в отдельности. При этом учитывается специфика физико-географических особенностей исследуемого региона. Информацию о процессах, развитых в изучаемом регионе, целесообразно представлять в виде тематических карт. Обеспечить насыщение информацией тематических карт можно при помощи разработанных технологических схем, что позволит оценить состояние земель и, в конечном итоге, сделать мониторинг достоверным и оперативным.

Рассмотрим способ оценки состояния территорий, позволяющий определить степень антропогенной изменённости земель (Рис. 3).

Оценка изменённости земель представлена на примере ООПТ – заказника «Макаровский», выполненный для реализации базового мониторинга земель.

Полученная карта растительности позволяет судить о составе и состоянии растительности территории (рисунок 4А). Благодаря изучению неоднородности фототонов серого изображения растительных сообществ было произведено зонирование территории по степени антропогенной нарушенности растительного покрова (рисунок 4Б). Работы по картографической оценке состояния территории Сахалинской области на основе использования космических снимков Landsat и программных средств ArcGIS показали, что применение системного геоинформационного картографирования позволяет с высокой достоверностью производить анализ фактического состояния отдельных компонентов среды, оценивать их состояние и степень изменённости в результате воздействия природных и техногенных процессов.

ВЫВОДЫ

Анализ изученности состояния земель и островных геосистем в целом в Сахалинской области показал, что исследования проводились по отдельным направлениям в зависимости от наличия специалистов. Наши исследования выявили проблему острого недостатка актуальной информации о состоянии земель в регионе вследствие сложной, затратной и малоэффективной организации системы государственного мониторинга.

В процессе разработки технологической схемы комплексного регионального мониторинга земель подготовлены и внедрены 4 базы данных (БД), входящих в банк данных (БнД). Функционирование БД поддерживается программно-аппаратным комплексом, состоящим из пяти блоков с массивами данных картографического обеспечения и фактических наблюдений.

В БД закладываются сведения о природно-климатических условиях и состоянии техногенных комплексов региона в виде тематических векторных слоёв и растровых данных. В базах данных накапливается информация о заболоченности и подтоплении земель, нарушениях почвенного покрова, эрозионных процессах, развитии гравитационных склоновых процессов, загрязнении водных объектов, состоянии ледяного покрова морей. Особое внимание в разработанной схеме уделено процессам, характерным для наблюдаемого региона (для Сахалинской области это проявления вулканической деятельности и сейсмической активности, абразионные процессы, загрязнение земель нефтью, изменение растительного покрова при наличии гигантизма растений).

Накопленные данные подвергаются обработке при поступлении в блок анализа текущего состояния земель, где производится привязка пространственно-ориентированной информации к картографической основе, выполняются визуализация и разнообразные преобразования для обеспечения лучшей наглядности, а также производится оценка нарушенности земель под воздействием наблюдаемых процессов.

В качестве примера приведена оценка геоэкологической обстановки в заказнике «Макаровский», выполненная с использованием технологии регионального мониторинга земель.

Полученная карта растительности позволяет судить о составе и состоянии растительности территории (рисунок 4А). Благодаря изучению неоднородности фототонов серого изображения растительных сообществ было произведено зонирование территории по степени антропогенной нарушенности растительного покрова

Таким образом, заложена концептуальная основа технологии комплексного регионального мониторинга земель Сахалинской области, ориентированная на обеспечение анализа состояния земель. Внедрение технологии регионального мониторинга земель позволяет снабжать потребителей информацией для принятия важных научно-обоснованных управленческих решений на основе системного подхода и оценки состояния земель, что способствует достижению главной цели – обеспечению сохранности земель как самой важной части окружающей природной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александрин А.И., Качур В.А., Орлова Т.Ю., Павлов А.Н., Салюк П.А.* Организация исследований по оценке экологического состояния морских акваторий средствами дистанционного зондирования // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* – 2010. – Т. 7. – № 3. – С.131–138.
2. *Анерт Э.Э.* Путешествие на восточное побережье русского Сахалина в 1907 г. – СПб., 1908. – 38 с.
3. *Бакланов П.Я., Ермошин В.В., Комедчиков Н.Н., Кошкарев А.В., Краснопеев С.М., Ротанова И.Н., Серебряков В.А., Тикунов В.С., Хромова Т.Е.* Геоинформационные технологии для территориального планирования и регионального управления // *Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы Международной конференции, 2011.* – С. 147–150.
4. *Баркалов В.Ю.* Флора Курильских островов. – Владивосток, 2009. – 468 с.
5. *Барталев С.А., Ершов Д.В., Исаев А.С., Лупян Е.А.* Основные задачи и перспективы создания системы глобального спутникового мониторинга лесов // *Лесоведение.* – 2011. – № 6. – С. 3–15.
6. *Бондур В.Г., Зверев А.Т.* Механизмы формирования линеаментов, регистрируемых на космических изображениях при мониторинге сейсмоопасных территорий // *Исследование Земли из космоса.* – 2007, № 1. – С. 47–56.
7. *Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Савиных В.П.* Мониторинг и прогнозирование природных катастроф. – М.: Научный мир, 2009. – 692 с.
8. *Братков В.В., Заурбеков Ш.Ш., Атаев З.В.* Мониторинг современных климатических изменений и оценка их последствий для ландшафтов Северного Кавказа // *Вестник РАЕН.* – 2014. – № 2. – С. 7–16.
9. *Братков В.В., Заурбеков Ш.Ш., Ключин П.В., Марьин А.Н.* Дистанционное зондирование территории Северного Кавказа // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.* – 2011. – № 4 (76). – С. 69–80.
10. *Воробьев Д.П.* Растительность Курильских островов. – М.-Л.: Изд. АН СССР, 1963. – 92 с.
11. *Воронов Г.А.* Животный мир. Современное состояние и использование запасов морских млекопитающих // *Курильские острова (природа, геология, землетрясения, вулканы, история, экономика).* – Южно-Сахалинск: Сах. кн. издат., 2004. – С. 37–43.
12. *Гордеев Е.И., Гирина О.А.* Вулканы и их опасность для авиации // *Вестник Российской академии наук.* – 2014. – Т. 84. – № 2. – С. 134.
13. *Горобцов С.Р., Подрядчикова Е.Д.* Сравнительный анализ современного российского опыта геопортальных решений для целей муниципального управления // *Интерэкспо Гео-Сибирь.* – 2014. – Т. 3. – № 2. – С. 150–158.

14. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 200 000. Издание второе. Серия Курильская. Листы К-55-II, III, XXXII, XXXIII, L-55-XVIII, XXII, XXIII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXXIV, L-56-II, VII, VIII, IX, XIII, XIX, L-56-III, IV, XII, XVII, XVIII, XXIII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXXIII, XXXIV, XXXV, M-57-VI, VII, XIII / Под ред. В.К. Ротмана. – Южно-Сахалинск: ФГУГП «Сахалинская геолого-разведочная экспедиция», 1987–2002 гг.
15. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 200 000. Издание второе. Серия Сахалинская. Листы L-54-IV, V, X, XI, XII, XVI, XVII, XVIII, XXII, M-54-IV, V, VI, XI, XII, XVII, XVIII, XXIII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXX, XXXIV, XXXV, M-55-XIX, XXV, XXXI, N-54-XVII, XXII, XXIII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXX, XXXIV, XXXV, XXXVI / Под ред. В. К. Ротмана. – Южно-Сахалинск: ФГУГП «Сахалинская геологоразведочная экспедиция», 1987–2002 гг.
16. *Гришин С.Ю.* География растительного покрова Курильских островов (на карте растительности архипелага) // Известия Русского географического общества. – 2008. – № 5. – С. 8–15.
17. *Денисова Я.В., Ерёменко И.В., Беянина Я.П., Лобищева И.И., Картушина Е.А.* Биоразнообразие Сахалинской области: учебное пособие. – Южно-Сахалинск: Изд. СахГУ, 2012. – 400 с.
18. Доклады об экологической ситуации (о состоянии) и об охране окружающей среды (в) Сахалинской области, 2002–2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mpr.admsakhalin.ru/page.php?id=132>.
19. *Дубровский А. В.* Возможности применения геоинформационного анализа в решении задач мониторинга и моделирования пространственных структур // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2015. – № S5. – С. 236–242.
20. *Зверев А.Т., Гаврилова В.В.* Разработка теории и методов оценки и прогноза состояния природных ресурсов с использованием космических снимков // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2012. – № 5. – С. 44–47.
21. *Кошкарев А.В., Ряховский В.М., Серебряков В.А.* Инфраструктура распределённой среды хранения, поиска и преобразования пространственных данных // Открытое образование, 2010. – №5. – С. 61–72.
22. *Красикова В.И., Сабиров Р.Н.* Современное состояние растительного покрова антропогенно-трансформированных экосистем севера Сахалина // Наземные экосистемы острова Сахалина. – Южно-Сахалинск: Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, 1999. – С. 16–52.
23. *Крестов П.В., Баркалов В.Ю., Таран А.А.* Ботанико-географическое районирование острова Сахалин // Растительный и животный мир острова Сахалин: материалы Международного сахалинского проекта. – Владивосток, 2004. – Часть 1. – С. 67–90.
24. *Мелкий В.А.* Теоретические основы и принципы построения единой системы мониторинга природной среды и техносферы // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 2002. – № 2. – С. 89–97.
25. *Мелкий В.А., Черниговский Ю.М., Долгополов Д.В. Марчуков В.С.* Прогнозирование взрывных вулканических извержений по данным дистанционного зондирования // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъёмка. – 1998. – № 3. – С. 123–129.
26. Отчёт об устойчивом развитии «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.» за 2015 год (то же за 2002–2016 гг.). – Южно-Сахалинск, Сахалин Энерджи, 2016. – 180 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sakhalinenergy.ru/ru/media-centre/reports.wbp>.
27. Охрана природы, мониторинг и обустройство сахалинского шельфа / Под ред. М.Л. Красного, В.Н. Храмушина, Р.П. Бернгардта. – Южно-Сахалинск: Сах. кн. издат., 2001. – 180 с.

28. *Пищальник В.М., Бобков А.О.* Моделирование природных процессов на основе ГИС «Сахалинский шельф»: учебное пособие. – Южно-Сахалинск, 2008. – 103 с.
29. *Пищальник В.М., Бобков А.О.* Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. – Южно-Сахалинск: Изд. СахГУ, 2000. – Ч. 1. – 174 с. – Ч. 2. – 108 с.
30. *Попов М.Г.* Растительный мир острова Сахалина / Отв. ред. В.Г. Хржановский. – М.: Наука, 1969. – 136 с.
31. Проект «Сахалин-1». Отчёт о деятельности в области охраны окружающей среды в 2015 г. (то же за 2002-2016 гг.) – Южно-Сахалинск, Компания «Эксон Нефтегаз Лимитед», 2016. – 39 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.sakhalin-1.ru/Sakhalin/Russia-Russian/Upstream/Files/2_2015_Environmental_Report_RUS_rev1.pdf.
32. *Рыльский И.А., Тикунов В.С.* Перспективы использования комплексов воздушного лазерного сканирования для картографирования лесов // Известия Иркутского государственного университета. – Серия: Науки о Земле. – 2016. – Т. 15. – С. 104–113.
33. *Сабиров Р.Н., Сабирова Н.Д., Мелкий В.А., Белянина Я.П., Картушина Е.А.* Растительный мир сахалинского природного заказника «Макаровский» // Вестник Сахалинского музея. – № 16. – Южно-Сахалинск: Сахалинский государственный областной краеведческий музей, 2009. – С. 302–318.
34. *Стрючков В.В., Нам Кван Су.* Геоэкологическое картирование масштаба 1: 500 000 прибрежно-шельфовой зоны о. Сахалин, проведённое в 2000-2003 г. – Южно-Сахалинск: СахГРЭ, 2003. – 435 с.
35. *Таран А.А.* Флора и растительность районов, примыкающих к трассе магистрального трубопровода на острове Сахалин. – Южно-Сахалинск: Сахалинский ботанический сад ДВО РАН, 2003. – 187 с.
36. *Тикунов В.С., Ротанова И.Н., Ефремов Г.А., Чунтай Б.* Атласное геоинформационное картографирование: новые подходы на примере атласа Большого Алтая // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2016. – № 7. – С. 55–62.
37. *Толмачёв А. И.* Геоботаническое районирование острова Сахалина: Краткий определитель / Отв. ред. Б.К. Шишкин. – М.-Л.: АН СССР, 1956. – 172 с.
38. *Чабаненко С.И.* Конспект флоры лишайников юга российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 232 с.
39. *Шмидт Ф.Б.* Сахалинская флора // Труды Сибирской экспедиции Русского Географического общества. Физич. отдел. – СПб, 1874. – Т. 2. ч. ботан. – С. 85–236.
40. *Berntsen J.* Users guide for a modesplit-coordinate numerical ocean model. – Bergen: University of Bergen, 2004. – 51 p.
41. *McDonald I.R.* Natural oil spills // Scientific American, 1998. – 279 (5). – Pp. 51–66.
42. *Miybe K., Miybe T.* Flora of Saghalin. – Publ. by Government of Saghalin, 1915. – 648 p.
43. *Oshima K.I., Watanabe T., Nihashi S.* Surface heat budget of Sea of Okhotsk during 1987–2001 and the role of sea ice on it // J. Meteorol. Soc. Jap. – 2003. – Vol. 81. – Pp. 653–677.
44. *Pyle D.M., Mather T.A., Biggs J.* (eds). Remote Sensing of Volcanoes and Volcanic Processes: Integrating Observation and Modelling. – Geological Society. – London, Special Publications, 2013. – 380. – Pp. 1–13.
45. *Richards J.A.* Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction. – 5th ed. – Berlin, Springer-Verlang, 2013. – 503 pp.
46. *Sugawara Sh.* Plants of Saghalinen. – Toyohara Saghalien, 1937. – 490 p.

Vyacheslav A. Melkiy¹, Alexey A. Verkhoturov²

GEOINFORMATION AND CARTOGRAPHIC SUPPORT FOR MONITORING NATURAL AND TECHNOGENIC PROCESSES BASED ON ATLAS MAPPING IN THE SAKHALIN REGION

ABSTRACT

The increasing anthropogenic impact often leads to emergence and development of negative processes on the lands, thereby reducing their economic value. Land of the Sakhalin Region located on the border of the Eurasian continent and the Pacific ocean, where interaction between geospheric shells is intense and therefore, exposed to a variety of active natural processes characteristic of such zones. Among the many processes that take place here very actively, one can be name seismic, volcanic, abrasion, morpholithodynamic, monsoon atmospheric circulation and several others. Active geothermal processes, combined with abundant moisture lead to changes in the biosphere (the gigantism of plants). It is therefore important to conduct periodic monitoring to assess the state of the environment, the pace of development and definition of processes speed.

The operative regional land monitoring is possible only on the basis of data of Earth remote sensing with the regular updating of thematic maps using GIS technologies.

The Sakhalin State University has been performing the analysis of the peculiarities of natural-climatic conditions of the region, affecting the method of conducting monitoring of lands, as well as the interpretation of its results. When conducting scientific research the methods of geoinformation mapping, spatial analysis, thematic interpretation were used etc.

As a result technology of integrated regional land monitoring in the Sakhalin has been developed and implemented on the Station of satellite data reception by Sakhalin State University, allowing one to receive, store, analyze, and provide map information on the assessment of the condition of lands, taking into account the specific natural conditions of the territory.

The article presents a technological scheme of integrated regional monitoring of the land, reveals the content of databases on processes that change the state of the land and evidence-based period of space observations for them, features blocks of the collection and preparation of data, analysis of the current state of land, as well as the solutions to ensuring consumer access to the stored information.

KEYWORDS:

land monitoring, GIS mapping, satellite imagery, database, geoportal

REFERENCES

1. Aleksanin A.I., Kachur V.A., Orlova T.Yu., Pavlov A.N., Salyuk P.A. Organizatsiya issledovaniy po otsenke ekologicheskogo sostoyaniya morskikh akvatoriy sredstvami distantsionnogo zondirovaniya [Organization of studies to assess the ecological status of marine waters by remote sensing instruments]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2010, Vol. 7. No 3, pp. 131–138 (in Russian).
2. Anert E.E. Puteshestvie na vostochnoe poberezh'e russkogo Sahalina v 1907 g. [Journey on the Eastern coast of Russian Sakhalin Island in 1907]. St. Petersburg, 1908, 38 p. (in Russian).
3. Baklanov P.Ya., Ermoshin V.V., Komedchikov N.N., Koshkaryov A.V., Krasnopeev S.M., Rotanova I.N., Serebryakov V.A., Tikunov V.S., Khromova T.E. *Geoinformatsionnye*

¹ Oil and Gas Technical Institute of Sakhalin State University, Russia, 693008, Yuzhno-Sakhalinsk, Pogranichnaya st, 2; e-mail: vamelkiy@mail.ru

² Oil and Gas Technical Institute of Sakhalin State University, Russia, 693008, Yuzhno-Sakhalinsk, Pogranichnaya st, 2; e-mail: ussr-91@mail.ru

- tekhnologii dlya territorial'nogo planirovaniya i regional'nogo upravleniya [Geoinformation technology for planning of territories and regional governance], *Ustojchivoe razvitiie territorij: teoriya GIS i prakticheskij opyt* [Sustainable development of territories: GIS theory and practical experience], Proceedings of the International conference, 2011, Pp. 147–150 (in Russian).
4. Barkalov V.Yu. *Flora Kuril'skih ostrovov* [Flora of the Kuril Islands], Vladivostok, 2009, 468 p. (in Russian).
 5. Bartalev S.A., Ershov D.V., Isaev A.S., Lupyan E.A. *Osnovnye zadachi i perspektivy sozdaniya sistemy globalnogo sputnikovogo monitoringa lesov* [Main tasks and prospects of Creation of System of global satellite Monitoring of forests]. *Contemporary Problems of Ecology Russian Forest Sciences*, 2011, No 6, pp. 3–15 (in Russian).
 6. Bondur V.G., Zverev A.T. *Mekhanizmy formirovaniya lineamentov, registriruemykh na kosmicheskikh izobrazheniyakh pri monitoringe seysmoopasnykh territoriy* [Mechanisms of forming lineaments detected on space images for monitoring earthquake-prone areas]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*, 2007, No 1, pp. 47–56 (in Russian).
 7. Bondur V.G., Krapivin V.F., Savinykh V.P. *Monitoring i prognozirovanie prirodnykh katastrof* [Monitoring and forecasting of Natural disasters]. Moscow: Scientific world, 2009, 692 p. (in Russian).
 8. Bratkov V.V., Zaurbekov Sh.Sh., Klyushin P.V., Marin A.N. *Distsionnoe zondirovanie territorii Severnogo Kavkaza* [Remote sensing of the Territory of the North Caucasus]. *Zemleustroystvo, kadastr i monitoring zemel*, 2011, No 4 (76), pp. 69–80 (in Russian).
 9. Bratkov V.V., Zaurbekov Sh.Sh., Ataev Z.V. *Monitoring sovremennykh klimaticheskikh izmeneniy i otsenka ikh posledstviy dlya landshaftov Severnogo Kavkaza* [Monitoring of Contemporary Climate changes and Assessment of their implications for Landscapes of the North Caucasus]. *Vestnik Rossiyskoy akademii estestvennykh nauk*, 2014, No 2, pp. 7–16 (in Russian).
 10. Vorob'ev D.P. *Rastitel'nost' Kuril'skih ostrovov* [The vegetation of the Kuril Islands]. Moscow – Leningrad: Izd. AN SSSR, 1963, 92 p. (in Russian).
 11. Voronov G.A. *Zhivotnyj mir. Sovremennoe sostojanie i ispol'zovanie zapasov morskikh mlekopitajuschih* [Wildlife. Current status and utilization of resources of marine mammals]. *Kuril'skie ostrova (priroda, geologija, zemletrjaseniya, vulkany, istoriya, ekonomika)*, Yuzhno-Sakhalinsk: Sakh. kn. izd-vo, 2004, pp. 37–43 (in Russian).
 12. Gordeev E.I., Girina O.A. *Vulkany i ikh opasnost dlya aviatsii* [Volcanoes and their Hazard to aviation]. *Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk*, 2014, Vol. 84, No 2, pp. 134 (in Russian).
 13. Gorobtsov S.R., Podryadchikova E.D. *Sravnitelnyy analiz sovremennogo rossiyskogo opyta geoportalnykh resheniy dlya tseley munitsipalnogo upravleniya* [Comparative analysis of modern Russian experience geoportal solutions for the Purposes of Municipal management]. *Interkspo Geo-Sibir*, 2014, Vol. 3, No 2, pp. 150–158 (in Russian).
 14. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1: 200 000. Izdanie vtoroje. Seriya Kuril'skaya* [State geological map of Russian Federation. Scale 1: 200 000. Second edition. Series Kuril]. Map sheets K-55-II, III, XXXII, XXXIII, L-55-XVIII, XXII, XXIII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXXIV, L-56-II, VII, VIII, IX, XIII, XIX, L-56-III, IV, XII, XVII, XVIII, XXIII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXXIII, XXXIV, XXXV, M-57-VI, VII, XIII / Ed. V.K. Rotman. Yuzhno-Sahalinsk: FGUGP "Sakhalin geological expedition", 1987–2002 (in Russian).
 15. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1: 200 000. Izdanie vtoroje. Seriya Sakhalinskaya* [State geological map of Russian Federation. Scale 1: 200 000. Second edition. Series Sakhalin]. Map sheets L-54-IV, V, X, XI, XII, XVI, XVII, XVIII, XXII, M-54-IV, V, VI, XI, XII, XVII, XVIII, XXIII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXX, XXXIV, XXXV, M-55-XIX, XXV, XXXI, N-54-XVII, XXII, XXIII,

- XXIV, XXVIII, XXIX, XXX, XXXIV, XXXV, XXXVI / Ed. V.K. Rotman. Yuzhno-Sahalinsk: FGUGP "Sakhalin geological expedition", 1987–2002 (in Russian).
16. Grishin S.Yu. Geografiya rastitel'nogo pokrova Kuril'skih ostrovov (na karte rastitel'nosti arhipelaga) [Geography of the vegetation cover of the Kuril Islands (on the map of vegetation of the archipelago)]. *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva*, 2008, No 5, pp. 8–15 (in Russian).
 17. Denisova Ya.V., Eryomenko I.V., Belyanina Ya.P., Lobishcheva I.I., Kartushina E.A. Bioraznoobrazie Sahalinskoy oblasti: uchebnoe posobie [Biodiversity of the Sakhalin Region: textbook]. Yuzhno-Sakhalinsk: Izd. SahGU, 2012, 400 p. (in Russian).
 18. Doklady ob ekologicheskoy situatsii (o sostoyanii) i ob ohrane okruzhayushchey sredy (v) Sahalinskoy oblasti [Reports on the environmental situation (status) and environmental protection (in) Sakhalin Region], 2002–2016, <http://mpr.admsakhalin.ru/page.php?id=132> (in Russian).
 19. Dubrovskiy A.V. Vozmozhnosti primeneniya geoinformatsionnogo analiza v reshenii zadach monitoringa i modelirovaniya prostranstvennykh struktur [The possibility of applying GIS analysis in the Solution of problems of Monitoring and Modeling spatial structures]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos'yomka*, 2015, No S5, pp. 236–242 (in Russian).
 20. Zverev A.T., Gavrilova V.V. Razrabotka teorii i metodov otsenki i prognoza sostoyaniya prirodnnykh resursov s ispolzovaniem kosmicheskikh snimkov [Development of Theory and Methods for assessing and forecasting the conditions of natural resources with using satellite images]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos'yomka*, 2012, No 5, pp. 44–47 (in Russian).
 21. Koshkaryov A.V., Ryakhovskiy V.M., Serebryakov V.A. Infrastruktura raspredelennoy sredy khraneniya, poiska i preobrazovaniya prostranstvennykh dannykh [The Infrastructure of the Distributed environment for storage, retrieval and transformation of Spatial data]. *Otkrytoe obrazovanie*, 2010, No 5, pp. 61–72 (in Russian).
 22. Krasikova V.I., Sabirov R.N. Sovremennoe sostoyanie rastitel'nogo pokrova antropogennno-transformirovannykh ekosistem severa Sahalina [Modern state of the vegetation anthropogenically transformed ecosystems of the North of Sakhalin]. *Nazemnye ekosistemy ostrova Sahalina*, Yuzhno-Sakhalinsk, Institute of Marine Geology and Geophysics FEB RAS, 1999, pp. 16–52 (in Russian).
 23. Krestov P.V., Barkalov V.Yu., Taran A.A. Botaniko-geograficheskoe rayonirovanie ostrova Sahalin [Botanical-geographic regionalization of Sakhalin Island]. *Rastitel'nyy i zhivotnyy mir ostrova Sahalin: materialy Mezhdunarodnogo sahalinskogo proekta*, Vladivostok, 2004, Part 1, pp. 67–90 (in Russian).
 24. Melkiy V.A. Teoreticheskie osnovy i printsipy postroeniya edinoy sistemy monitoringa prirodnoy sredy i tekhnosfery [Theoretical foundations and principles to creation of uniform system of monitoring natural environment and the technosphere]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos'yomka*, 2002, No 2, pp. 89–97 (in Russian).
 25. Melkiy V.A., Chernigovskiy Yu.M., Dolgoplov D.V. Marchukov V.S. Prognozirovanie vzryvnykh vulkanicheskikh izverzheniy po dannym distantsionnogo zondirovaniya [Forecasting of Explosive volcanic Eruptions by Remote Sensing data]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotos'yomka*, 1998, No 3, pp. 123–129 (in Russian).
 26. Otchet ob ustoychivom razvitii "Sakhalin Energy Investment Company Ltd." za 2015 god (to zhe za 2002–2016 gg.) [The report on Sustainable development "Sakhalin Energy Investment Company Ltd." for 2015 (Similarly for 2002-2016)]. Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin Energy, 2016, 180 p, <http://www.sakhalinenergy.ru/ru/media-centre/reports.wbp> (in Russian).

27. Ohrana prirody, monitoring i obustroystvo sahalinskogo shel'fa [Nature protection, monitoring and development of Sakhalin shelf], Ed. M.L. Krasnyi, V.N. Hramushin, R.P. Bergardt. Yuzhno-Sakhalinsk: Sah. kn. izdat., 2001, 180 p. (in Russian).
28. Pishchal'nik V.M., Bobkov A.O. Modelirovanie prirodnyh protsessov na osnove GIS "Sahalinskiy shel'f": uchebnoe posobie [Modeling of natural processes based on GIS "Sakhalin shelf": the textbook]. Yuzhno-Sakhalinsk, 2008, 103 p. (in Russian).
29. Pishchal'nik V.M., Bobkov A.O. Okeanograficheskiy Atlas shel'fovoy zony ostrova Sahalin [Oceanographic Atlas of the Shelf zone of Sakhalin Island]. Yuzhno-Sakhalinsk: Izd. SahGU, 2000, Vol. 1, 174 p., Vol. 2., 108 p. (in Russian).
30. Popov M.G. Rastitel'nyy mir ostrova Sahalina [Flora of the Sakhalin Island]. Ed. V.G. Hrzhanovskiy, Moscow: Nauka, 1969, 136 p. (in Russian).
31. Proekt "Sahalin-1". Otchet o deyatelnosti v oblasti ohrany okruzhayushchey sredy v 2015 g. (to zhe za 2002-2016 gg.) [The Project "Sakhalin-1". Report on activities in the field of environmental protection in 2015 (Similarly for 2002-2016)]. Yuzhno-Sakhalinsk: Exxon Neftegaz Limited Co. Ltd, 2016, 39 p., http://www.sakhalin-1.ru/Sakhalin/Russia-Russian/Upstream/Files/2_2015_Environmental_Report_RUS_rev1.pdf (in Russian).
32. Ryl'skiy I.A., Tikunov V.S. Perspektivy ispol'zovaniya kompleksov vozdushnogo lazernogo skanirovaniya dlya kartografirovaniya lesov [Perspectives of systems airborne laser scanning for forest mapping]. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle, 2016, Vol. 15, pp. 104–113 (in Russian).
33. Sabirov R.N., Sabirova N.D., Melkiy V.A., Belyanina Ya.P., Kartushina E.A. Rastitel'nyy mir sahalinskogo prirodnogo zakaznika "Makarovskiy" [Vegetable world of the Sakhalin nature reserve "Makarovskiy"]. Vestnik Sahalinskogo muzeya, No 16, Yuzhno-Sakhalinsk, Sakhalin State regional Museum, 2009, pp. 302–318. (in Russian).
34. Stryuchkov V.V., Nam Kvan Su. Geoekologicheskoe kartirovanie masshtaba 1: 500 000 pribrezhno-shel'fovoy zony o. Sakhalin, provedennoe v 2000-2003 g. [Geoenvironmental mapping to scale of 1: 500 000 of coastal-shelf zone of Sakhalin, carried out in 2000-2003]. Yuzhno-Sakhalinsk: Sah. GRE, 2003, 435 p. (in Russian).
35. Taran A.A. Flora i rastitel'nost' rayonov, primykayushchih k trasse magistral'nogo truboprovoda na ostrove Sakhalin [Flora and vegetation of areas adjacent to the main pipeline route on Sakhalin Island], Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin Botanical Garden, Far Eastern branch of RAS, 2003, 187 p. (in Russian).
36. Tikunov V.S., Rotanova I.N., Efremov G.A., Chuntay B. Atlasnoe geoinformatsionnoe kartografirovanie: novye podkhody na primere atlasa Bol'shogo Altaya [Atlas GIS mapping: new approaches on the example of the Atlas of the Great Altai], Interehkspo Geo-Sibir', 2016, No 7, pp. 55–62 (in Russian).
37. Tolmachev A.I., Shishkin B.K. (ed.) Geobotanicheskoe rayonirovanie ostrova Sakhalina: Kratkiy opredelitel [Geobotanical zonation of Sakhalin Island: Short key], Moscow – Leningrad: AN SSSR, 1956, 172 p. (in Russian).
38. Chabanenko S.I. Konspekt flory lishaynikov yuga rossiyskogo Dalnego Vostoka [Synopsis of the Flora of Lichens of the South of the Russian Far East], Vladivostok: Dalnauka, 2002, 232 p. (in Russian).
39. Shmidt F.B. Sahalinskaya flora [Flora of Sakhalin]. Trudy Sibirskoy ekspeditsii Russkogo Geograficheskogo obshchestva. Fizich. Otdel. Petersburg, 1874, Vol. 2., Ch. Botan., pp. 85–236 (in Russian).
40. Berntsen J. Users guide for a modesplit-coordinate numerical ocean model, Bergen, University of Bergen, 2004, 51 p.
41. McDonald I.R. Natural oil spills, Scientific American, 1998, 279 (5), pp. 51–66.
42. Miybe K., Miybe T. Flora of Saghalin. Publ. by Government of Saghalin, 1915, 648 p.
43. Oshima K.I., Watanabe T., Nihashi S. Surface heat budget of Sea of Okhotsk during 1987-2001 and the role of sea ice on it, J. Meteorol. Soc. Jap., 2003, Vol. 81, pp. 653–677.

44. Pyle D.M., Mather T.A., Biggs J. (eds). Remote Sensing of Volcanoes and Volcanic Processes: Integrating Observation and Modelling. Geological Society, London, Special Publications, 2013, 380, pp. 1–13.
45. Richards J.A. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction. 5th ed. Berlin: Springer–Verlang, 2013, 503 pp.
46. Sugawara Sh. Plants of Saghalinen, Toyohara Saghalien, 1937, 490 p.

УДК 528.94

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-3-23-194-204

И.П. Баранов¹, В.И. Степанова², О.В. Пикуленко¹

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УВ АФРИКИ ПО ЕДИНОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ КАРТ ПЛАСТИКИ РЕЛЬЕФА

АННОТАЦИЯ

Основная цель статьи – представить возможности метода пластики рельефа при прогнозе месторождений нефти. Метод разработан, формализован и математически подтверждён группой учёных Пуцинского научного центра под руководством профессора И.Н. Степанова в 80-х г.г. XX в. [Степанов и др., 1977; Степанов, 2006] В процессе многолетнего изучения поведения литодинамических структур и систем, метод был успешно апробирован на месторождениях Краснодарского края, Астраханской области, Западной Сибири, Калмыкии, Аргентины, Венесуэлы, Кувейта, США и др. В настоящее время данный комплекс операций учёными-разработчиками метода именуется литодинамическим или палеоструктурным анализом. Метод включает в себя: технологию визуализации литодинамических структур и систем земной поверхности по горизонталям структурных, топографических и батиметрических карт; анализ форм литодинамических структур и систем; прогноз (рекомендации) положения месторождений углеводородов. На примере Африки показан анализ литодинамических структур, выявленных методом пластики рельефа и возможность их использования. В статье делается предположение о взаимосвязи крупнейших месторождений углеводородов Африки. Предложенная нами в статье схема литодинамических систем и линейных структур хоть и является картографической моделью, тем не менее, имеет высокую степень вероятности, что было доказано при исследованиях месторождений не только Африки, но и Западно-Кубанского прогиба (совместная работа с ОАО «НК «Роснефть»»), Западной Сибири (ОАО «НК «Лукойл»»), Калмыкии (ОАО «НК «Калмнефть»») и других месторождений шара (Аргентина, Кувейт, США, Казахстан). Данный метод может быть использован при поиске новых месторождений нефти и газа в пределах всей земной поверхности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Африка, нефть, метод пластики рельефа, анализ, литодинамика

ВВЕДЕНИЕ

До Второй мировой войны африканский континент в отношении нефтегазоносности рассматривался как бесперспективный. Однако открытие в 1954–1956 гг. месторождений

¹ Институт биологического приборостроения РАН; 142290, Россия, Московская область, Пушкино, ул. Институтская, 7; e-mail: agroecology@inbox.ru

² Институт биологического приборостроения РАН; 142290, Россия, Московская область, Пушкино, ул. Институтская, 7; e-mail: agroecology@inbox.ru