

ШАЙТУРА Сергей Владимирович

*Российский государственный университет туризма и сервиса (Москва, РФ);
кандидат технических наук, доцент; swshaytura@gmail.com*

КОЖАЕВ Юрий Павлович

*Российский государственный университет физической культуры,
спорта, молодежи и туризма (Москва, РФ);
доктор экономических наук, профессор; er521@mail.ru*

ВАСКИНА Марина Юрьевна

*Российский университет транспорта (Москва, РФ);
аспирант; mani-16@yandex.ru*

**КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
ТУРИСТИЧЕСКИХ ДЕСТИНАЦИЙ КРЫМА**

Цель статьи – провести анализ возможности мониторинга водных ресурсов Крыма при помощи космической съемки. Космический мониторинг – это постоянное наблюдение и контроль за природным и антропогенным состоянием экологической среды региона. Предложена технологическая схема такого мониторинга. В статье рассматривается экологическая ситуация, сложившаяся в Крыму после вхождения его в состав Российской Федерации. Рассмотрены основные проблемы водного дефицита и возможные способы его устранения. Приводится краткое изложение основных принципов геоинформационного мониторинга. В статье рассмотрена допустимость применения многоканальных снимков спутника Landsat-8 для последующего анализа состояний и динамики водного состояния туристических дестинаций Крыма. Произведен анализ применимости каналов космических снимков, для выявления водного состояния поверхности земли. В статье так же предлагается провести ретроспективный анализ существующих космоснимков различных лет, на основе которого можно будет выявить историю деградации почвенного покрова, что предоставит возможность разработать рекомендации по улучшению водного и экологического состояния региона. Ретроспективный анализ позволит с высокой степенью эффективности и достоверности оценить изменения, возникающие по прошествии времени на исследуемой местности и зафиксированные на снимках. Таким образом, результатом статьи являются рекомендации по мониторингу водного состояния Крымских туристических дестинаций и предложения по улучшению водного состояния региона.

Ключевые слова: *пространственная экономика, туризм, мониторинг, дистанционное зондирование Земли, многоканальные снимки, землепользование, геоинформационный сервис, космический мониторинг, космосъемка, ретроспективный анализ*

Для цитирования: Шайтура С.В., Кожаев Ю.П., Васкина М.Ю. Космический мониторинг водных ресурсов туристических дестинаций Крыма // Сервис в России и за рубежом. 2020. Т.14. №1. С. 127-141. DOI: 10.24411/1995-042X-2020-10111.

Дата поступления в редакцию: 17 сентября 2019 г.

Дата утверждения в печать: 20 декабря 2019 г.

Sergey V. SHAYTURA

*Russian State University of Tourism and Service (Moscow, Russia);
PhD in Technical Sciences, Associate Professor; e-mail: swshaytura@gmail.com*

Yuri P. KOZHAEV

*Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (Moscow, Russia);
PhD (Dr.Sc.) in Economics, Professor; e-mail: er521@mail.ru*

Marina Yu. VASKINA

*Russian University of Transport (Moscow, Russia);
PhD student; e-mail: mani-16@yandex.ru*

SPACE MONITORING OF WATER RESOURCES IN CRIMEA TOURIST DESTINATIONS

Abstract. *The article is aimed at analyzing the possibility of monitoring Crimean water resources using satellite imagery. Space monitoring is a constant monitoring and control of the natural and anthropogenic state of the region's ecological environment. The authors propose technological scheme of such monitoring. The article discusses the environmental situation in the Crimea after becoming a part of the Russian Federation. The authors consider main problems of water scarcity and possible ways to eliminate it. A brief summary of the basic principles of geoinformation monitoring is given. The article discusses the permissibility of using multichannel images of the Landsat-8 satellite for the subsequent analysis of the states and dynamics of the water state of tourist destinations in Crimea. An analysis of the applicability of the satellite imagery channels is made to identify the water state of the earth's surface. The article also proposes to conduct a retrospective analysis of existing space images of different years, on the basis of which it will be possible to identify the history of soil degradation, which will provide an opportunity to develop recommendations for improving the water and environmental conditions of the region. A retrospective analysis will allow, with a high degree of efficiency and reliability, to assess changes that occur over time in the study area and recorded in the pictures. Thus, the result of the article are recommendations for monitoring the water condition of Crimean tourist destinations and proposals for improving the water condition of the region.*

Keywords: *spatial economics, tourism, monitoring, remote sensing of the Earth, multi-channel images, land use, geoinformation service, space monitoring, satellite imagery, retrospective analysis*

Citation: Shaytura, S. V., Kozhaev, Yu. P., & Vaskina, M. Yu. (2020). Space monitoring of water resources in Crimea tourist destinations. *Servis v Rossii i za rubezhom [Services in Russia and Abroad]*, 14(1), 127-141. doi: 10.24411/1995-042X-2020-10111. (In Russ.).

Article History

Received 17 September 2019

Accepted 20 December 2019

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the author(s).



© 2020 the Author(s)

This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-SA 4.0).

To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Введение

Геоинформационные системы (ГИС) с комплексным использованием данных дистанционного зондирования (космическая и аэрофотосъемка) являются эффективным инструментом познания и оценки взаимодействия различных компонентов в гео- и экосистемах различного уровня от локального до регионального и глобального [24, 25, 26, 29]. Они позволяют проводить пространственный сопряженный анализ изменений природы и природно-экономических комплексов, находить тенденции негативных процессов и событий в реальном времени, проектировать и прогнозировать различные «сценарии» последствий природопользования [5, 6, 8, 9].

Мониторинг околоземного пространства (космический) – это наблюдение и постоянный контроль за природным и антропогенным загрязнением окружающей среды, агрофитоценозов, сложных природно-антропогенных систем [7, 11, 16, 30].

Анализ аэрокосмической информации дает возможность создавать электронные карты местности с учетом актуальных изменений на исследуемых территориях, что в совокупности с цифровыми моделями рельефа (ЦМР), картографической и атрибутивной информацией обеспечит мониторинг [12, 13, 14, 15], оценку динамики и прогнозирование состояния объекта в целом.

Аэрокосмическая информация [20, 22, 27, 28], как правило, представляется в виде данных со спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). За время пребывания человека в космосе было запущено множество таких спутников, наиболее примечательными и известными из которых являются спутники миссий Landsat и Sentinel. Данные спутники обладают высококачественной съемочной аппаратурой и высокоточными сенсорами, способными улавливать малейшие изменения в видимом и невидимом инфракрасных спектрах. Развитие спутникового съемочного оборудования является основой развития все геоинформационной индустрии.

При взаимодействии с непосредственным потребителем космической информации ключевую роль играют системы по извлечению космических снимков – различные архивы и базы данных. Важно, чтобы сервис [23, 24, 29, 35] по предоставления спутниковых снимков эффективно работал, был понятен и прост в использовании. К наиболее известным сервисам по предоставлению данных дистанционного зондирования относятся Glovis, Earth Explorer и Copernicus.

Третьим важным элементом работы с космической информацией является программный продукт, представляющий собой инструмент обработки спутниковых данных. На сегодняшний день рынок может представить пользователю множество продуктов, отличающихся по своему функционалу, интерфейсу и, разумеется, цене. Любой оператор геоинформационной системы, любая компания, работающая в данной отрасли, может подобрать наиболее подходящий инструмент для себя, варьируя между ценой и набором функций. Но, не смотря на разнообразие инструментов, ко всем ним применяются единые требования, соблюдение которых гарантирует свободную и долгую жизнь на рынке геоинформационных систем [17, 32, 34].

Как правило, информацию при ретроспективном анализе территории для наглядности представляют в форме тематических карт. Это позволяет непосредственно увидеть те процессы, что произошли на исследуемой территории за отобранный промежуток времени. Ретроспективный анализ способен дать четкое понимание всех произошедших с объектом исследования изменений и, основываясь на сформированном опыте, может помочь спрогнозировать дальнейшие изменения, что является несомненным преимуществом данного метода [18, 19, 31, 33].

Технологии решения водной проблемы в Республике Крым

С возвращением Крыма в Российскую Федерацию [1, 2] в стране появился еще один регион с проблемами водного дефицита [3, 4,

10]. В основном это связано с такими факторами: в 2014 году на нужды химической промышленности использовалась днепровская вода из Северо-Крымского канала, в 2015 году данный ресурс не использовался из-за прекращения подачи днепровской воды в Северо-Крымского канала. С перекрытием Северо-Крымского канала объем забора воды значительно уменьшился.

Ранее основное потребление воды осуществлялось отраслями жилищного хозяйства и электроэнергетики. Наименее водообеспеченными отраслями являются промышленное и сельское хозяйство, так как водные ресурсы на полуострове присутствуют недостаточно.

Не достаточно хорошо так же поставлены процессы переработки водных ресурсов. Во многих районах отсутствуют очистные сооружения, что ухудшает общую экологическую обстановку [7]. Основными загрязнителями водных ресурсов являются объекты коммунального хозяйства, сбрасывающие загрязненные воды в поверхностные водные объекты.

Проблема нехватки воды в Крыму стоит с очень давнего времени. Учитывая ландшафтные особенности, которые заключаются в том, что больше половины территории Крыма – это пустынные степи, жизнь на этой территории до постройки канала была очень нелегка, в годы засухи вымирали целые поселения, земледелие было невозможно.

После постройки Северо-Крымского канала жизнь полуострова изменилась кардинально, степи превратились в многочисленные сады, виноградники, пашни. Это повлияло на увеличение населения практически в два раза за счет большого количества переселенцев из других регионов.

Проблема обеспечения населения питьевой водой решена использованием подземных источников, скважин и водохранилищ. Что же касается сельского хозяйства, воды для орошения не хватает катастрофически, из чего следуют огромные финансовые убытки и потеря рабочих мест. Так же от этого страдает кормовая база для животноводства,

промышленность.

Для решения этой проблемы в основном предлагается использовать опреснение морской воды. Однако на данный момент крымские власти отказываются от этой идеи ввиду ее дороговизны.

Изучая этот вопрос, внимание следует обратить на опыт других стран, столкнувшихся с проблемой ограниченности водных ресурсов. И в первую очередь обратить внимание на Израиль [10]. Израиль по праву считается одной из передовых стран, эффективно распоряжающихся своими водными ресурсами. Страна с засушливыми пустынными землями поставляет качественные овощи и фрукты в страны по всему миру.

Технологию опреснения морской воды широко применяют в Израиле, Саудовской Аравии. Через такие заводы ежедневно проходят тонны воды, причем сам процесс требует совсем немного времени, чтобы опреснить воды и добавить в нее полезные микроэлементы. Однако, как уже было сказано выше, Крым на данный момент финансово не готов к этой технологии.

Следующая технология, на которую стоит обратить внимание, переработка сточных вод [3]. Процесс очистки воды достаточно прост: вода прогоняется через решетки, чтобы отсеять все лишнее, и попадает в специальные бассейны, где бактерии поглощают всю грязь. Завод Шаф Дан в Израиле является одним из крупнейших в мире в своем роде и включен ООН в число образцовых. Его явное преимущество перед остальными заключается в том, что после обычного очищения воду пропускают через песок – естественный фильтр, после этого вода становится подходящей для всех видов орошения. Такой завод за сутки очищает приблизительно 350 тыс. кубометров воды, а величина потребления воды Крымом за этот же срок – 200 тысяч кубометров воды. И самое главное для крымских властей – вода, очищенная таким способом, обойдется в 2,5 раза дешевле опресненной воды из моря.

Эта вода также может быть использована

для пополнения водоносных пластов, что очень актуально для Крыма, где после добычи пресной воды из подземных источников и скважин начались проблемы. И в дополнение к этому, появились новые технологии, позволяющие переработку канализационного мусора в сырье для производства пластика и бумажной продукции.

При использовании метода для очистки воды, хотелось бы так же обратить внимание на способ экономии этой воды. Известные во всем мире системы капельного и спринклерного орошения, которые были изобретены и впервые применены в Израиле, а теперь активно используемые во всем мире [10].

Преимущества такой системы заключается в том, что вода попадает прямиком в прикорневую зону растения и в том количестве, в котором это необходимо. Существует несколько видов такого орошения:

- капельное орошение, расход 1-20 л/час на капельницу – используется для интенсивного орошения, эффективность использования воды составляет 95%;

- капельное орошение, расход 200 г/час – используется для малообъемного искусственного субстрата, равномерно распределяет влагу и практически исключает утечку воды в дренаж;

- капельное орошение с размещением шлангов на глубине около 30 см – позволяет сохранять поверхность почвы в сухом состоянии, что исключает опасности последствий от заморозков;

- малообъемное спринклерное орошение – широко применимо в садах, распылитель устанавливается у каждого орошаемого дерева, эффективность достигает 85%;

- спринклерное орошение – наиболее подходящее для культур, которые требуют сплошной полив. Показатель эффективности достигает 70-80%.

Все разновидности этой системы позволяют использовать драгоценную воду с наибольшей эффективностью в 70-80%, которая при обычном поливе составляет лишь

около 40%.

В Израиле показатель использования очищенной воды в сельском хозяйстве и промышленности составляет около 70%. И описанные выше технологии смогли бы дать Крыму возможность не потерять столь важные для него отрасли.

Особенно важно научиться беречь то, что нам дала природа. Чрезвычайно важным является восстановление истоков рек, самих рек, и восстановление водно-температурных балансов регионов. Что такое исток реки? Это, как правило, стекание с гор потока воды, в пробитом им ущелье. Необходимо построить между промоин каскад бетонных накопительных ванн, который образует наклонную лестницу. Внизу выкапывается озеро – накопитель охлажденной воды площадью 3-4 кв. км, можно и больше. Здесь основной работник воздух. Простейшая установка будет работать, не потребляя никаких ресурсов 1000 лет – срок жизни бетона, - и восстановит водно-температурный баланс взятого в работу региона. Технология является производителем кристально чистой охлажденной воды. Постоянный прирост воды с каждым днём, месяцем и годом продвигается по течению реки и вытесняет грязную загрязненную воду и водоросли, в том числе и из зараженных труб, ибо в чистой, проточной и охлажденной воде они не живут и не размножаются. Плюс, в озера запускаются рыбы-вегетарианцы, их 12 видов, которые будут размножаться, следовать за чистой водой, и они подчистят, если что-то останется.

Чрезвычайно важно также наладить систему геоинформационного мониторинга за сохранностью водных ресурсов. При этом могут быть использованы экспертные системы [5, 21, 26], геоинформационные системы [23, 29] и методы космического мониторинга [6, 11, 13].

Сущность космического мониторинга

Космический мониторинг является эффективным методом получения достоверных данных о земной поверхности. Он помогает отслеживать стихийные бедствия, состояние окружающей среды и все изменения,

связанные с деятельностью человека. Современные радиолокационные спутники позволяют специалистам наблюдать поверхность независимо от состояния атмосферы [14, 16, 17].

Основным продуктом космического мониторинга является снимок. Фотография – это двумерное изображение, полученное в результате дистанционной регистрации техническими средствами собственного или отраженного излучения и предназначенное для обнаружения, качественного и количественного исследования объектов, явлений и процессов путем декодирования, измерения и картирования [19, 20, 22].

Как правило, существует два типа спутников, которые собирают изображения – оптоэлектронные и радиолокационные. Оптоэлектронные спутники чувствительны к инфракрасным длинам волн и видимым объектам. Изображения с оптико-электронного спутника могут быть выполнены в панхроматическом или мультиспектральном режимах. Это полезно для мониторинга землепользования, обнаружения токсичных отходов, городского планирования и т.д.

Радиолокационные спутники используют сверхвысокие частоты для дистанционного зондирования поверхности Земли. Сверхвысокая частота позволяет этим спутникам собирать данные через облака, дым, дымку и иногда через растительность. Его также можно эксплуатировать как днём, так и ночью.

Развитие инфраструктуры космических данных является необходимым звеном в совершенствовании информационного обеспечения территориального управления Российской Федерации в настоящее время. Инфраструктура пространственных данных представляет собой конструктивную основу единого геоинформационного пространства Российской Федерации, базовую (консолидирующую) единицу общегосударственных информационных ресурсов. Актуальность, надежность, точность и универсальность являются основными требованиями, предъявляемыми к простран-

ственной информации административными органами. Изготовление в электронном режиме космической документации, обладающей вышеуказанными заданными свойствами, возможно исключительно с помощью дистанционного космического зондирования и ГИС-технологий [23, 24, 25].

Ретроспективный анализ космических снимков местности

Ретроспективный анализ – это анализ информации, полученной по результатам дешифрирования аэрофото- и космоснимков за определенные промежутки времени. Если имеется архив таких снимков, то можно провести исследования тех или иных показателей земной поверхности за определенный период времени.

Объектом ретроспективного анализа может служить любая местность, поверхность которой регулярно снималась аэро- и космическими аппаратами продолжительное время [16, 22, 27].

Этот метод позволяет сравнивать результаты, которые планировали и те, которые достигли в реальности. Также в нем учитываются предыдущий опыт, что позволяет оптимизировать все процессы и регулировать риски в будущем.

К недостаткам данного метода можно отнести своего рода предвзятость анализа, его привязанность к показателям, свойственным исходному состоянию исследуемой местности. За исходное состояние берется то положение, в котором находился объект исследования на момент фиксации первого взятого для анализа снимка. Этот фактор не позволяет взглянуть на анализируемую территорию «чистым» взглядом. Постоянное сравнение двух и более состояний объекта может отвлечь исследователя от деталей, формирующих потенциал местности в какой-либо области. В качестве отдаленной аналогии можно привести детей, выросших в неблагоприятных условиях, которые при этом имеют способности к чему-либо: зная неприглядные факты из прошлого, в отношении ребенка может возникнуть скептицизм.

Из данного недостатка выходит и следующий. При проведении ретроспективного анализа выводится определенная тенденция в отношении исследуемого объекта. Производится прогноз, базирующийся на уже имеющих фактах, возникших из прошлого опыта. Однако чрезмерное сосредоточение на них мешает видеть картину целиком и предупредить возможное непредсказуемое влияние «со стороны» или непредсказуемое развитие событий, не укладывающееся в сформированные представления о характере происходящих изменений. Примером может быть внезапная стихийная катастрофа крупных масштабов, вроде извержения спящего вулкана или землетрясения. Поэтому при прогнозировании на основе ретроспективного анализа всегда нужно опираться на текущее состояние исследуемого ландшафта, а также на данные смежных систем мониторинга, осуществляющих на нем свою деятельность.

Важным фактором, способным повысить эффективность ретроспективного анализа изменений на территории для будущих поколений является улучшение качества данных дистанционного зондирования. Информация со снимков, снимаемых спутниками и самолетами уже сейчас, станет отправной точкой для исследователей и от их качества будет зависеть достоверность результатов анализа.

Ретроспективный анализ — это продуктивный и надежный метод исследования. Он позволяет понять, какие изменения произошли с объектом анализа, какие факторы на это повлияли и что можно ожидать в дальнейшем. Развитие методики, расширение и усовершенствование инструментария станет подспорьем для продвижения ретроспективного анализа как метода анализа данных дистанционного зондирования.

Космический мониторинг водного слоя земли

В настоящее время все ещё очень активно идёт развитие направления, которое даёт возможность решения широкого круга задач в области естественных, технических и

социогуманитарных наук — это космический мониторинг [6, 7, 16]. Данное исследование окружающей среды основано на дистанционном зондировании Земли и обработке аэрокосмической информации [25, 26]. Вследствие высокой точности съемки и охвату масштабных территорий, которые включают все природные области Земли, ДЗЗ применяются для исследования разнообразных процессов и явлений на глобальном, региональном и локальном уровнях.

Система получения данных ДЗЗ включает в себя: источник электромагнитного излучения, излучения, проходящие через атмосферу, также объекты излучения и регистрирующий датчик. Датчики могут быть как активными, так и пассивными, стоит заметить, что пассивные датчики улавливают отраженное или испускаемое естественное излучение, а активные способны сами излучать необходимый сигнал и зафиксировать его отражение от объекта.

Последним в настоящее время запущенным спутником данной программы является Landsat-8.

Основные научные задачи, решаемые спутником Landsat-8, следующие:

- Сбор и сохранение многоспектральных изображений среднего разрешения в течение не менее чем 5 лет;
- Сохранение геометрии, калибровки, покрытия, спектральных характеристик, качества изображений и доступности данных на уровне, аналогичном предыдущим спутникам программы Landsat;
- Бесплатное распространение изображений, полученных с помощью Landsat-8.

На Landsat-8 установлены 2 инструмента: Operational Land Imager (OLI) — оперативный картограф земли и Thermal Infrared Sensor (TIRS) — тепловой ИК-сенсор. Первый набор получает изображения в 9 диапазонах видимого света и ближнего инфракрасного излучения (ИК), второй набор — в 2 диапазонах дальнего (теплого) ИК. Спектральные зоны сенсора OLI довольно близки к сенсору ETM+ (Landsat 7). Кроме имевшихся ранее, также добавлены

2 новые зоны: глубокий синий (канал 1), разработанный для исследования водных ресурсов и прибрежной зоны и инфракрасный канал, лежащий на границе диапазонов NIR и SWIR (канал 9) для исследования перистых облаков.

Инструмент TIRS (каналы 10 и 11) покрывает с разделением на два канала диапазон, соответствующий тепловому каналу 6 сенсора ETM.

Программа Landsat – длительный проект, благодаря которому можно получить космические снимки Земли. Собранные данные в основном используются при решении большого числа тематических задач, сюда входят: измерение площади растительного покрова и его классификацию, возможность определения состояния сельскохозяйственных культур, геологическое картирование, контроль эрозии почв в береговой зоне и т. д.

Спутник получает изображения в видимом диапазоне волн, в ближнем инфракрасном излучении и в дальнем инфракрасном излучении. Разрешение снимков составляет от 15 до 100 метров на точку. Аппаратом производится съемка суши и полярных регионов. В сутки снимается порядка 400 сцен. Спутник осуществляет съемку в 11 спектральных каналах.

Подобные данные находятся в открытом доступе на официальном сайте NASA earthexplorer.usgs.gov, пройдя простую процедуру регистрации, любой желающий может получить различные интересующие его космические снимки интересующей его местности в указанный период времени.

В работе была использована программа IMC, находящаяся в свободном лицензионном доступе, для первоначального анализа с последующей визуализацией результатов обработки многоканальных космических снимков.

Все данные, получаемы с аппарата, представляют из себя мультиспектральные изображения, поэтому в обязательном порядке необходима последующая интерпретация получаемых данных и последующее выявление их физического смысла для получения заключенной в них информации. Этот этап анализа данных ДЗЗ носит название дешифровка изображений.

В терминологии Landsat-8 стандартное изображение складывается из каналов 4-3-2. Каналом принято считать полосу частот электромагнитного спектра или цвета, не обязательно воспринимаемой человеческим глазом. Аппарат обозначает красный – 4, зелёный – 3 и синий – 2, поэтому при сочетании изображения с этих сенсоров, мы получаем полноцветное, естественное изображение, как представлено выше. Далее мы рассмотрим полный список каналов Landsat 8.

Среди представленных 11 каналов только 1-4, 8 представляются коротковолновыми и соответствуют видимому спектру, оставшиеся же каналы человеческим глазом не воспринимаются. Чтобы разобраться для чего же в итоге нужны все эти каналы, проанализируем каждый из них по отдельности.

Канал 1 чувствителен к фиолетовому и темно-синему цвету. Синий затруднителен для распознавания из космоса, из-за того, что хорошо рассеивается на пыли и частичках воды в воздухе, а также на самих молекулах воздуха. Данная часть спектра плохо регистрируется с достаточной точностью. Канал носит название «прибрежный» или «аэрозольный», так как благодаря его использованию можно различить мелководья и мельчайшие частички пыли и дыма в атмосфере.

Каналы 2, 3, 4 представляют собой видимые синий, зелёный и красный спектры.

Канал 5 измеряет ближний инфракрасный спектр или NIR. Данная часть спектра особо актуальна для экологов, так как вода в листьях здоровой растительности отражается. Если сравнивать с изображениями других каналов, можно получить индексы воды NDVI (нормализованный относительный индекс растительности), дающий возможность проведения классификации растительности и определения степени здоровья растительности. Данный результат будет во много раз точнее, чем тот, который мог бы быть просто произведен при оценке видимой зелени.

Каналы 6 и 7 покрывают различные участки коротковолнового инфракрасного

излучения или SWIR. Благодаря им, возможно отличать влажную землю от сухой, почвы и скалы, которые выглядят схожими в других каналах, но отличаются в SWIR.

Канал 8 носит название «панхроматический» и представляет собой черно-белую пленку, которая собирает все цвета в одном канале, а не разделяет их по спектру. Поэтому он чувствует больше света и в итоге даёт самое четкое изображение среди всех каналов. Разрешение данного канала 15 метров. Сравнивая изображение в панхроматическом диапазоне с полноцветным одинакового масштаба, можно сделать вывод, что цветной снимок выглядит более размытым, так как сенсоры не воспринимают делала такого размера. Стоит заметить, что при объединении цветной информации с детализацией панхроматического снимка, в итоге может получиться четкое и цветное изображение.

Каналу 9 присуща одна из интереснейших особенностей Landsat-8. Канал покрывает достаточно узкую полосу длин волн 30 нанометров. Зарегистрировать данную область спектра могут лишь небольшое количество

космических аппаратов, из-за почти полного поглощения атмосферой. Но это является преимуществом Landsat-8, так как земная поверхность едва различима, а это значит, что все, что в нем ярко видно, либо очень хорошо отражает, либо находится вне атмосферы. Поэтому здесь различимы только облака, которые доставляют реальную проблему для спутниковых снимков, так как из-за размытых краев достаточно затруднительно определять объекты и явления под ними.

Каналы 10 и 11 – тепловые инфракрасные каналы или TIR – видят тепло. Они измеряют температуру поверхности, которая очень часто может быть выше, вместо измерения температуры воздуха.

Проведение анализа снимков дает понять необходимость наличия большого опыта у проводящего эту процедуру специалиста, задачей которого является точное выявление характеристик анализируемых объектов с целью их дальнейшей интерпретации и описания.

Учет приведенных исследований позволит выделить и проанализировать запас воды в районе крымских туристических дестинаций.

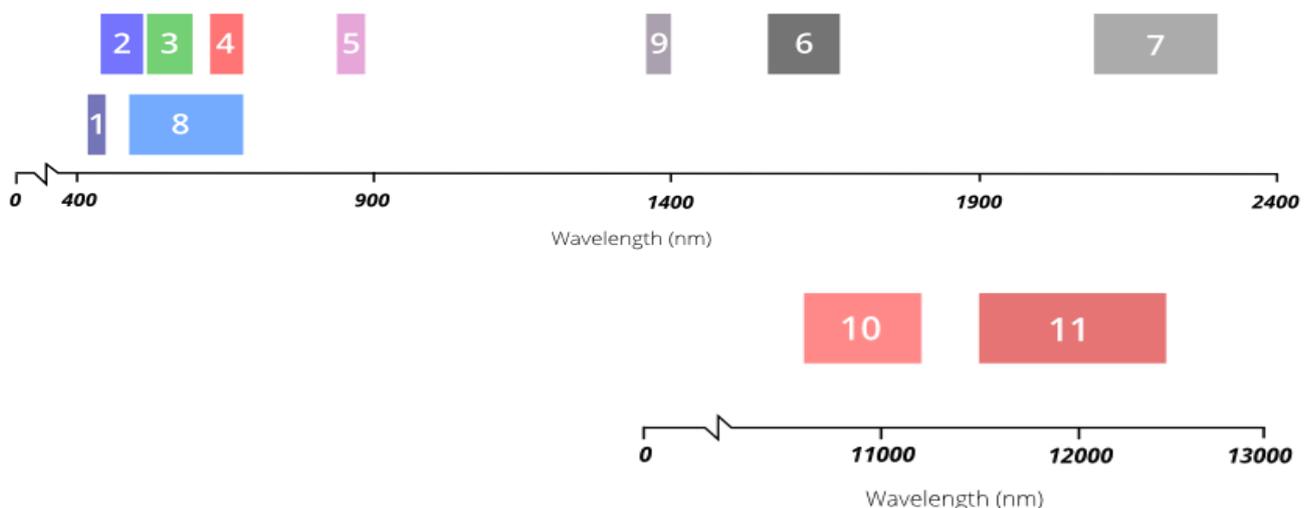


Рис. 1 – Каналы космических снимков Landsat 8

Fig. 1 – Channels of satellite images Landsat 8

Таблица 1 – Комбинации каналов Landsat-8

Table 1 – Landsat-8 channel combinations

Комбинация	Пример обработанного снимка
<p>Комбинация «4, 3, 2» – представляет собой естественные цвета, то есть используются те цвета, который наилучшим образом воспринимает человек. Здоровая растительность отображается интенсивным зелёным цветом, дороги – серым, поврежденный и преобразованный растительный покров – коричневым и желтым, береговые линии – светлым, приближённым к белому, облака и снег отображаются белым.</p>	
<p>Комбинация «5,4,3» – искусственные цвета с преобладанием красного. Данная комбинация каналов, в основном, применяется для исследования состояния растительного покрова и сельскохозяйственных культур. Индикаторами благополучия широколиственных растений являются насыщенные оттенки розового и красного цветов, а более светлые оттенки характеризуют травянистую, кустарниковую растительность или редколесье. Хвойные леса окрашены в темно-красный или стремиться к коричневому цвету. Облака, снег и лёд окрашены в белый цвет или оттенками голубого, почва варьируется от темно- до светло-коричневого.</p>	
<p>Комбинация «5,6,4» – комбинация ближнего, среднего инфракрасных каналов и видимого красного канала. Эта комбинация четко разграничивает сушу и воду. Растительность в этой комбинации отображается в различных оттенках коричневого, оранжевого и зеленого. Благодаря этому каналу можно также проанализировать влажность почв, чем она выше, тем темнее будет выглядеть оттенки почвы – это обусловлено поглощением водой излучений инфракрасного диапазона.</p>	
<p>Комбинация «5, 6, 2» показывает растительность в зеленых, оранжевых, красных и коричневых, оттенках. Очень темно-синей или даже черной может выглядеть глубокая и чистая водная поверхность, однако, если перед пользователем встречается мелководье или вода, которая содержит большое количество взвесей, то цвет изменится на более светлые оттенки. Добавление среднего инфракрасного канала сможет дать понять разницу в возрасте растительности.</p>	
<p>Комбинация «6, 5, 4» отображает почву розовато-лиловой, а нарушенную растительность – ярко-зеленой. Данная комбинация позволяет проводить анализ сельскохозяйственной растительности, также она используется для наблюдения за растительным покровом и для оценки состояния лесных угодий.</p>	

<i>Комбинация</i>	<i>Пример обработанного снимка</i>
<p>Комбинация «7, 5, 3» позволяет получить изображение, близкое к натуральным цветам, но также дает возможность проводить анализ над состоянием атмосферы и дыма. Хорошо проявляются в этой комбинации пустынные территории. Удобна она и для изучения водно-болотных угодий. Цветущая растительность отображается ярко-зеленым, травянистые участки – светло-зелеными, открытые почвы закрашены в розовые цвета, коричневые и оранжевые оттенки характерны для неплотной растительности. Вода изображается в синих и голубых тонах.</p>	
<p>Комбинация «7, 6, 4» аналогична предыдущей, но контрастность изображения значительно выше, что дает возможность наилучшего выделения береговой линии. Участки, подверженные частым подтоплениям, выглядят темно синими или черными.</p>	
<p>Комбинация «7, 6, 5» является комбинацией инфракрасных каналов, которые отображают изображение в синем цвете. Данная комбинация дает возможность анализировать текстуры и влажность почв. Растительность отображается преимущественно в голубом цвете.</p>	

Заключение. В ходе исследований проведено комплексное исследование для выработки предложений по улучшению экологической обстановки туристических дестинаций Крыма. Космический мониторинг является эффективным средством контроля экологической обстановки в регионах. Регулярное дистанционное зондирование Земли помогает отслеживать природные процессы, а также изменения, вызванные деятельностью человека и животных. Современные радиолокационные аппараты позволяют наблюдать за земной поверхностью в любое время суток, независимо от состояния атмосферы.

Космический мониторинг широко используется при изучении ландшафтной структуры, природных ресурсов и видов природопользования, а также для анализа степени загрязнения атмосферы, земельных и водных ресурсов, при оценке антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду.

В статье разработана методика подбора каналов снимков для отслеживания состояния водного состояния поверхности Земли. Ретроспективный анализ космических снимков может быть использован для выявления причин и улучшения водного состояния Крымских туристических дестинаций.

Список источников:

1. **Афанасьев О.Е.** Крым в мировых туристских рейтингах // Современные проблемы сервиса и туризма. 2015. Т.9. №1. С. 130.
2. **Афанасьев О.Е.** #КРЫМНАШ: Туризм и сервис в Крыму // Современные проблемы сервиса и туризма. 2015. Т.9. №1. С. 3-4.

3. **Афанасьев О.Е.** Проблемы устойчивого развития туристского сервиса и дестинаций // Современные проблемы сервиса и туризма. 2017. Т.11. №1. С. 5-6.
4. **Афанасьев О.Е.** Этапы развития сферы туристских услуг в Крыму // Современные проблемы сервиса и туризма. 2015. Т.9. №1. С. 5-13.
5. **Баяндурова А.А., Розенберг И.Н., Шайтура С.В.** Комплексный анализ Крымских туристических дестинаций // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2016. Т.2(68). №1. С. 3-10.
6. **Безбородов В.Г., Гришин И.Ю., Тимиргалева Р.Р.** Космический мониторинг крупного сельскохозяйственного региона в интересах его устойчивого развития // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2018. Т. 14. №4. С. 1028-1034.
7. **Бондур В.Г., Воробьев В.Е., Замшин В.В., Серебряный А.И., Латушкин А.А., Ли М.Е., Мартынов О.В., Хурчак А.П., Гринченко Д.В.** Мониторинг антропогенных воздействий на прибрежные акватории черного моря по многоспектральным космическим изображениям // Исследование Земли из космоса. 2017. №6. С. 3-22.
8. **Васкина М.Ю.** Ретроспективный анализ космических снимков местности // Славянский форум. 2019. №1(23). С. 166-173.
9. **Васкина М.Ю.** Анализ экологического состояния республики Крым // Славянский форум, №2(16). 2017. С. 88-90
10. **Васкина М.Ю.** Технологии решения водной проблемы в республике Крым // Конструкторское бюро, №3(128). 2017. С. 38-41.
11. **Зверев А.Т., Фисенко Е.В., Савин И.Ю.** Космический мониторинг агрофитоценозов // Современные наукоемкие технологии. 2013. №8-1. С. 14-18.
12. **Каплина В.В.** Космический мониторинг водного слоя земли // Славянский форум. 2019. №2(24). С. 209-215.
13. **Кивачук Е.А., Антоненко Е.В.** Космический мониторинг как метод контроля экологической обстановки республики Крым // Экология и безопасность жизнедеятельности: Сб. статей XVIII Междунар. науч.-практ. конф. 2018. С. 176-178.
14. **Кудж А.С.** Сбор и измерение геоданных в науках о Земле // Славянский форум. 2013. №2(4). С. 135-138.
15. **Лисецкий Ф.Н., Ковалева Т.Н.** Использование космического мониторинга для изучения элементов водного баланса в целях адаптивного землеустройства агроландшафтов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. №21(116). С. 108-118.
16. **Малинников В.А., Учаев Д.В., Учаев Д.В.** Разработка метода обобщенного локально-глобального мультифрактального анализа изображений для исследования пространственной структуры сложных природно-антропогенных систем // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2010. №4. С. 64-68.
17. **Маркелов В.М., Цветков В.Я.** Геомониторинг // Славянский форум. 2015. №2(8). С. 177-184.
18. **Незамов В.И., Незамова А.В.** Характеристика качественного состояния земель при космическом мониторинге землепользования // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2011. №1(52). С. 73-79.
19. **Розенберг Г.С., Саксонов С.В., Кузнецова Р.С., Сенатор С.А.** Космический мониторинг в ландшафтно-экологических исследованиях // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. №1. С. 9-14.
20. **Розенберг И.Н.** Космический мониторинг // Славянский форум. 2016. № 2 (12). С. 216-222.
21. **Розенберг И.Н., Шайтура С.В.** Кластерный анализ туристических дестинаций Крымского полуострова / В сб.: Организационно-экономический механизм управления опережающим развитием регионов. 2016. С. 215-221.
22. **Савиных В.П.** Глобальный космический мониторинг // Конструкторское бюро. 2016. №10. С. 20-24.

23. Сумзина Л.В., Шайтура С.В. Подготовка кадров по геоинформационному сервису // Отходы и ресурсы. 2017. Т.4. №3. С. 9.
24. Федюлин А.А. О геоинформационном сервисе // Славянский форум. 2017. №3(17). С. 7-13.
25. Хомякова А.И. Некоторые аспекты космического мониторинга // Славянский форум. 2019. №2(24). С. 233-239.
26. Цветков В.Я. Анализ применения космического мониторинга // Перспективы науки и образования. 2015. №3(15). С. 48-55.
27. Цветков В.Я. Диверсификация космического мониторинга // Славянский форум. 2015. №2(8). С. 302-309.
28. Цветков В.Я. Космический геоинформационный мониторинг // Перспективы науки и образования. 2016. №2(20). С. 28-33.
29. Bondur V. Complex satellite monitoring of coastal water areas // In coll.: Proceedings 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment, ISRSE 2005: Global Monitoring for Sustainability and Security 2005. P. 7.
30. Bondur V.G. Importance of aerospace remote sensing approach to the monitoring of nature fire in Russia // International Forest Fire News. 2010. №40. Pp. 43-57.
31. Knyazeva M.D. The model of ecologically brought up person // European Journal of Natural History. 2007. №1. Pp. 37-39.
32. Rozenberg I.N., Tsvetkov V.Ya. The geoinformation approach // European Journal of Natural History. 2009. №5. Pp 102-103.
33. Savinych V.P. Evolution of space monitoring // Russian Journal of Astrophysical Research. Series A. 2017. №3(1). Pp. 33-40.
34. Shaitura S.V., Knyazeva M.D., Feoktistova V.M., Vintova T.A., Titov V.A., Kozhaev Yu.P. Philosophy of information fields // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. №13. Pp. 127-136.
35. Shaitura S.V., Kozhaev Yu.P., Ordov K.V., Vintova T.A., Minitaeva A.M., Feoktistova V.M. Geoinformation services in a spatial economy // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Vol.9. №2. Pp. 829-841.

References

1. Afanasyev, O. E. (2015). Krym v mirovyh turistskih rejtingah [Crimea in world tourist ratings]. *Sovremennye problemy servisa i turizma [Service and tourism: Curent Challengts]*, 9(1), 130. (In Russ.).
2. Afanasyev, O. E. (2015). #KRYMNASH: Turizm i servis v Krymu [# KRYMNASH: Tourism and service in Crimea]. *Sovremennye problemy servisa i turizma [Service and tourism: Curent Challengts]*, 9(1), 3-4. (In Russ.).
3. Afanasyev, O. E. (2017). Problemy ustojchivogo razvitiya turistskogo servisa i destinacij [Problems of sustainable development of tourist services and destinations]. *Sovremennye problemy servisa i turizma [Service and tourism: Curent Challengts]*, 11(1), 5-6. (In Russ.).
4. Afanasyev, O. E. (2015). Etapy razvitiya sfery turistskih uslug v Krymu [Stages of development of the sphere of tourist services in Crimea]. *Sovremennye problemy servisa i turizma [Service and tourism: Curent Challengts]*, 9(1), 5-13. (In Russ.).
5. Bayandurova, A. A., Rosenberg, I. N., & Shaitura, S. V. (2016). Kompleksnyj analiz Krymskih turistskikh destinacij [Comprehensive analysis of Crimean tourist destinations]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Ekonomika i upravlenie [Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Economics and Management]*, 2/68(1), 3-10. (In Russ.).
6. Bezborodov, V. G., Grishin, I. Yu., & Timirgaleeva, R. R. (2018). Kosmicheskij monitoring krupnogo sel'skohozyajstvennogo regiona v interesah ego ustojchivogo razvitiya [Space monitoring of a large agricultural region in the interests of its sustainable development].

- Sovremennye informacionnye tekhnologii i IT-obrazovanie [Modern Information Technologies and IT Education]*, 14(4), 1028-1034. (In Russ.).
7. **Bondur, V. G., Vorobev, V. E., Zamshin, V. V., Serebryany, A. I., Latushkin, A. A., Lee, M. E., Martynov, O. V., Khurchak, A. P., & Grinchenko, D. V.** (2017). Monitoring antropogennykh vozdeystvij na pribrezhnyye akvatorii chernogo morya po mnogospektral'nym kosmicheskim izobrazheniyam [Monitoring of anthropogenic impacts on the coastal waters of the Black Sea according to multispectral space images]. *Issledovanie Zemli iz kosmosa [Research of the Earth from space]*, 6, 3-22. (In Russ.).
 8. **Vaskina, M. Yu.** (2019). Retrospektivnyj analiz kosmicheskikh snimkov mestnosti [A retrospective analysis of space images of the area]. *Slavyanskij forum [Slavic Forum]*, 1(23), 166-173. (In Russ.).
 9. **Vaskina, M. Yu.** (2017). Analiz ekologicheskogo sostoyaniya respubliki Krym [Analysis of the ecological state of the Republic of Crimea]. *Slavyanskij forum [Slavic Forum]*, 2(16), 88-90. (In Russ.).
 10. **Vaskina, M. Yu.** (2017). Tekhnologii resheniya vodnoj problemy v respublike Krym [Technologies for solving the water problem in the Republic of Crimea]. *Konstruktorskoe byuro [Design Bureau]*, 3(128), 38. (In Russ.).
 11. **Zverev, A. T., Fisenko, E. V., & Savin, I. Yu.** (2013). Kosmicheskij monitoring agrofytocenzov [Space monitoring of agrophytocenoses]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii [Modern high technology]*, 8-1, 14-18. (In Russ.).
 12. **Kaplina, V. V.** (2019) Kosmicheskij monitoring vodnogo sloya zemli [Space monitoring of the water layer of the earth]. *Slavyanskij forum [Slavic Forum]*, 2(24), 209-215. (In Russ.).
 13. **Kivachuk, E. A., & Antonenko, E. V.** (2018). Kosmicheskij monitoring kak metod kontrolya ekologicheskoy obstanovki respubliki Krym [Space monitoring as a method of monitoring the environmental situation in the Republic of Crimea]. *Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti [Ecology and life safety]: The collection of articles of the XVIII International Scientific and Practical Conference*, 176-178. (In Russ.).
 14. **Kuj, A. S.** (2013). Sbor i izmerenie geodannykh v naukah o Zemle [Collection and measurement of geodata in earth sciences]. *Slavyanskij forum [Slavic Forum]*, 2(4), 135-138. (In Russ.).
 15. **Lisetskiy, F. N., & Kovaleva, T. N.** (2011). Ispol'zovanie kosmicheskogo monitoringa dlya izucheniya elementov vodnogo balansa v celyah adaptivnogo zemleustrojstva agrolandshaftov [The use of space monitoring to study the elements of water balance for the purpose of adaptive land management of agrolandscapes]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta Seriya: Estestvennye nauki [Scientific statements of Belgorod State University. Series: Natural Sciences]*, 21(116), 108-118. (In Russ.).
 16. **Malinnikov, V. A., Uchaev, D. V., & Uchaev, D. M.** (2010). Razrabotka metoda obobshchennogo lokal'no-global'nogo mul'tifraktal'nogo analiza izobrazhenij dlya issledovaniya prostanstvennoj struktury slozhnykh prirodno-antropogennykh sistem [Development of a method for generalized local-global multifractal image analysis for studying the spatial structure of complex natural-anthropogenic systems]. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Geodeziya i aerofotos'emka [News of Higher Education Institutions. Geodesy and aerial photography]*, 4, 64-68. (In Russ.).
 17. **Markelov, V. M., & Tsvetkov, V. Ya.** (2015). Geomonitoring [Geomonitoring]. *Slavyanskij forum [Slavic Forum]*, 2(8), 177-184. (In Russ.).
 18. **Nezamov, V. I., & Nezamova, A. V.** (2011). Harakteristika kachestvennogo sostoyaniya zemel' pri kosmicheskom monitoringe zemlepol'zovaniya [Characterization of the quality of land during space monitoring of land use]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University]*, 1(52), 73-79. (In Russ.).
 19. **Rosenberg, G. S., Saxonov, S. V., Kuznetsova, R. S., & Senator, S. A.** (2012). Kosmicheskij monitoring v landshaftno-ekologicheskikh issledovaniyakh [Space monitoring in landscape-ecological research]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. [Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*, 14(1), 9-14. (In Russ.).

20. **Rosenberg, I. N.** (2015). Kosmicheskij monitoring [Space monitorin]. *Slavyanskij forum [Slavic Forum]*, 2(12), 216-222. (In Russ.).
21. **Rosenberg, I. N., & Shaitura, S. V.** (2016). Klasternyj analiz turistichekikh destinacij Krymskogo poluostrova [Cluster analysis of tourist destinations of the Crimean Peninsula]. *Organizacionno-ekonomicheskij mekhanizm upravleniya operezhayushchim razvitiem regionov [Organizational and economic mechanism for managing the accelerated development of regions]*, 215-221. (In Russ.).
22. **Savinykh, V. P.** (2016). Global'nyj kosmicheskij monitoring [Global space monitoring]. *Konstruktorskoe byuro [Design Bureau]*, 10, 20-24. (In Russ.).
23. **Sumzina, L. V., & Shaitura, S. V.** (2017). Podgotovka kadrov po geoinformacionnomu servisu [Training for geographic information services]. *Otdoly i resursy [Waste and resources]*, 3, 9 (In Russ.).
24. **Fedulin, A. A.** (2017). O geoinformacionnom servise [On the geoinformation service]. *Slavyanskij forum [Slavic Forum]*, 3(17), 7-13. (In Russ.).
25. **Khomyakova, A. I.** (2019). Nekotorye aspekty kosmicheskogo monitoringa [Some aspects of space monitoring] *Slavyanskij forum [Slavic Forum]*, 2(24). 233-239. (In Russ.)
26. **Tsvetkov, V. Ya.** (2015). Analiz primeneniya kosmicheskogo monitoringa [Analysis of the use of space monitoring]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya [Prospects for science and education]*, 3(15), 48-55. (In Russ.).
27. **Tsvetkov, V. Ya.** (2015). Diversifikaciya kosmicheskogo monitoringa [Diversification of space monitoring], *Slavyanskij forum [Slavic Forum]*, 2(8), 302-309. (In Russ.).
28. **Tsvetkov, V. Ya.** (2016). Kosmicheskij geoinformacionnyj monitoring [Space geoinformation monitoring]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya [Prospects for science and education]*, 2(20), 28-33. (In Russ.).
29. **Bondur, V.** (2005). Complex satellite monitoring of coastal water areas. *Collected: Proceedings, 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment, ISRSE 2005: Global Monitoring for Sustainability and Security*, 7.
30. **Bondur, V. G.** (2010). Importance of aerospace remote sensing approach to the monitoring of nature fire in Russia. *International Forest Fire News*, 40, 43-57.
31. **Knyazeva, M. D.** (2007). The model of ecologically brought up person. *European Journal of Natural History*, 200.
32. **Rozenberg, I. N., & Tsvetkov, V. Ya.** (2009). The geoinformation. approach *European Journal of Natural History*, 5, 102-103.
33. **Savinych, V. P.** (2017). Evolution of space monitoring. *Russian Journal of Astrophysical Research. Series A*, 3(1), 33-40.
34. **Shaitura, S. V., Knyazeva, M. D., Feoktistova, V. M., Vintova, T. A., Titov, V. A., & Kozhaev, Yu. P.** (2018). Philosophy of information fields. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(13), 127-136.
35. **Shaitura, S. V., Kozhaev, Yu. P., Ordov, K. V., Vintova, T. A., Minitaeva, A. M., & Feoktistova, V. M.** (2018). Geoinformation services in a spatial economy. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(2), 829-841.