

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ GEONETCAST ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗЕМЛИ

Н. Н. Керимбай, Д. С. Ергалиев, А. Б. Базарбек,
А. Ш. Омархан, Г. Н. Керимбай

Введение

Космическая деятельность играет важную роль в процессе глобализации и информатизации мирового сообщества, решении многих социально-экономических проблем и научно-исследовательских задач, а также в обеспечении национальной безопасности. Дистанционное зондирование Земли из космоса (ДЗЗ) предоставляет уникальную возможность получать ценную информацию о земных объектах и явлениях в глобальном масштабе с высоким пространственным и временным разрешением [1].

Космическая съемка поверхности Земли определяет физические, химические, биологические, геометрические параметры объектов наблюдения в различных средах Земли. Для мониторинга окружающей среды на базе космических средств наиболее продуктивно используется информационная спутниковая система, которой присущи целостность, целенаправленность, динамизм, преемственность, совместимость, автономность. Структурно эта сложная спутниковая система мониторинга включает орбитальный и наземный сегменты: первый осуществляет функцию наблюдения, второй – наряду с наблюдением функции оценки и прогноза. Весьма существенны регулярность проведения съемок и оперативное предоставление данных пользователям. Это обеспечивает орбитальная группировка системы, которая формируется из нескольких КА, долгосрочно функционирующих на солнечно-синхронных орбитах. Информационные и эксплуатационные характеристики космических аппаратов определяются многоспектральной съемкой с разрешением порядка 100 м и выше с полосой обзора 800–2000 км [2]. Проект реализуется совместно с ведущим европейским университетом – Берлинским техническим университетом.

Цель данной статьи – изучение космической системы дистанционного зондирования Земли, предназначенной для получения оперативной мониторинговой информации на территории Республики Казахстан.

Для обеспечения доступа к материалам ДЗЗ, а также стимулирования их использования на территории Казахстана развернута наземная сеть станций приема и обработки данных с КА «Meteosat-10» на базе кафедры «Космическая техника и технологии» Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева (ЕНУ). В наземном целевом комплексе для приема, обработки и распространения данных ДЗЗ конечным потребителям используется система GEONETCast.

GEONETCast представляет собой глобальную сеть спутниковых систем распространения данных об окружающей среде в мировом масштабе сообщества пользователей. Это система является важным звеном Глобальной системы наблюдения Земли (ГЕОСС), которая координируется межправительственной группой по наблюдению за Землей (ГЕО). Основная цель GEONETCast состоит в укреплении международного сотрудничества в области глобального наблюдения Земли.

Проект GEONETCast предназначен поставлять широкий спектр экологических данных по всему миру. Он представляет управляемый, удобный и недорогой сервис распространения информации, призванный обеспечить глобальной информацией для принятия обоснованных решений в ряде важнейших областей, в том числе:

- сельское хозяйство: поддержка устойчивого развития сельского хозяйства и борьба с опустыниванием;
- биоразнообразие: понимание, мониторинг и сохранение биоразнообразия;
- климат: понимание, оценка, прогнозирование, смягчение и адаптация к изменчивости и изменению климата;
- экосистемы: совершенствование системы управления и защиты наземных, прибрежных и морских экосистем;

- энергетика: совершенствование управления топливно-энергетическими ресурсами;
- катастрофы: снижение людских и материальных потерь от природных и техногенных катастроф;
- здоровье: понимание экологических факторов, влияющих на здоровье и благополучие человека;
- вода: улучшение управления водными ресурсами благодаря лучшему пониманию водного цикла;
- погода: сбор информации для прогнозирования и предупреждения погодных явлений.

Доступ и совместное использование жизненно важных данных принесут социальные выгоды за счет улучшения здоровья человека и благосостояния, управления окружающей средой и экономического роста.

Методика исследования

Основные поставщики GEONETCast спутниковых данных:

– EUMETSAT (*Европейская организация спутниковой метеорологии*) – Meteosat (*метеорологический спутник*) и MetOp (*метеорологический спутник Европейского космического агентства*) спутниковые данные;

– NOAA (*Национальное управление океанических и атмосферных исследований*) – GOES (*Геостационарный эксплуатационный спутник наблюдения за окружающей средой*) и POES (*Полярные эксплуатационные экологические спутники*) спутниковых данных и продукции NOAA-NESDIS (атмосферных и морских).

EUMETSAT эксплуатирует три EUMETCast вещания: EUMETCast Европа в Ku-диапазоне через EUTELSAT 10A; EUMETCast Африка в C-диапазоне через EUTELSAT 5 West A и EUMETCast Северная и Южная Америка в C-диапазоне с помощью SES-6 (рис. 1).

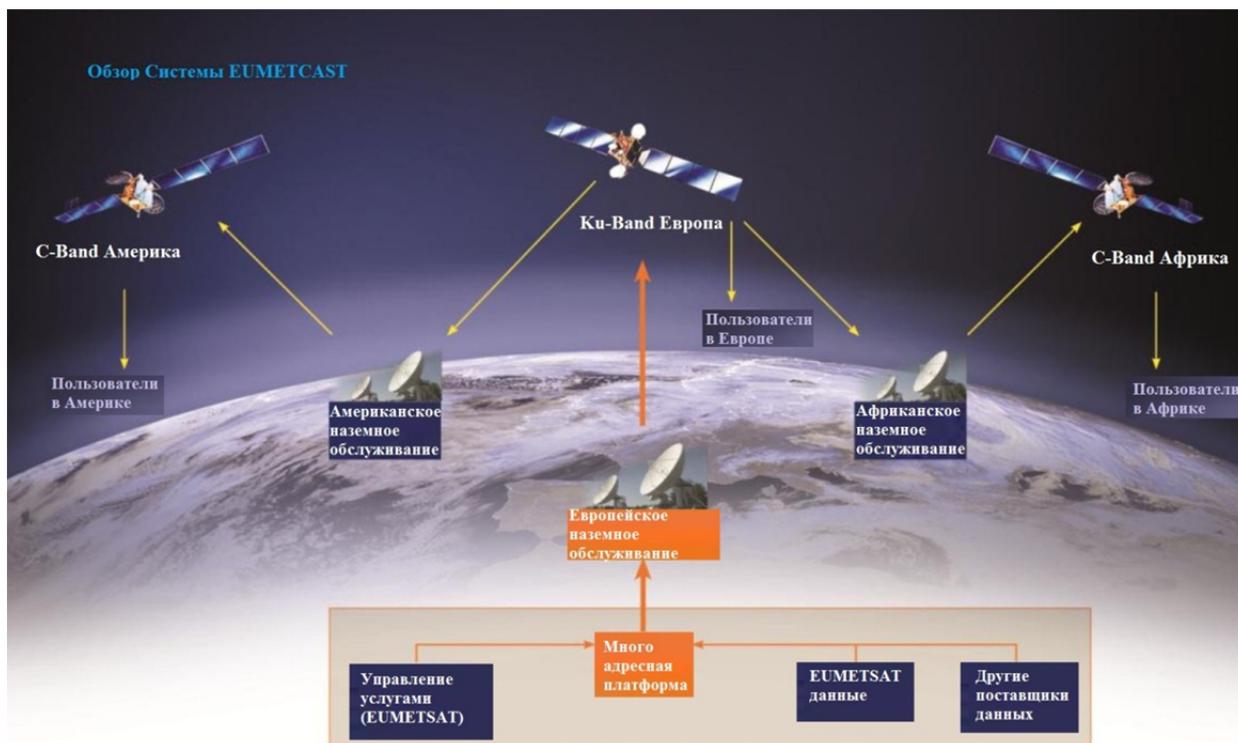


Рис. 1. Обзор системы EUMETCAST

Обмен данными об окружающей среде и доставка данных с помощью EUMETCast Европа охватывают всю Европу, Ближний Восток, Центральную Азию, в том числе территорию Казахстана (рис. 2). EUMETCast Европа работает с использованием стандарта второго поколения спутникового вещания (DVB-S2). В следующей таблице приведены параметры транспондера (табл. 1).

Таблица 1

Параметры целевого транспондера Ku-диапазона на EUTELSAT 10A

Транспондер	C4
Диапазон приема	10,7–12,75 ГГц (Ku-диапазон)
Частота нисходящей линии связи (downlink)	11 263 МГц
Скорость передачи символов (symbolrate)	33 000 kS/s
Поляризация	Горизонтальная
Спад (roll-off)	5 %
MODCOD 1 (Базовое обслуживание)	8PSK3/5 МРЕТранспортный поток (TS) ISI = 1 Максимальная скорость передачи данных 55 Мбит / с (на уровне TS) Максимальная скорость передачи данных IP 50 Мбит / с
MODCOD 2 (Высокий уровень обслуживания)	16APSK2/3 МРЕ Транспортный поток (TS) ISI = 1 Максимальная скорость передачи данных 85 Мбит / с (на уровне TS) Максимальная скорость передачи данных IP 77 Мбит / с

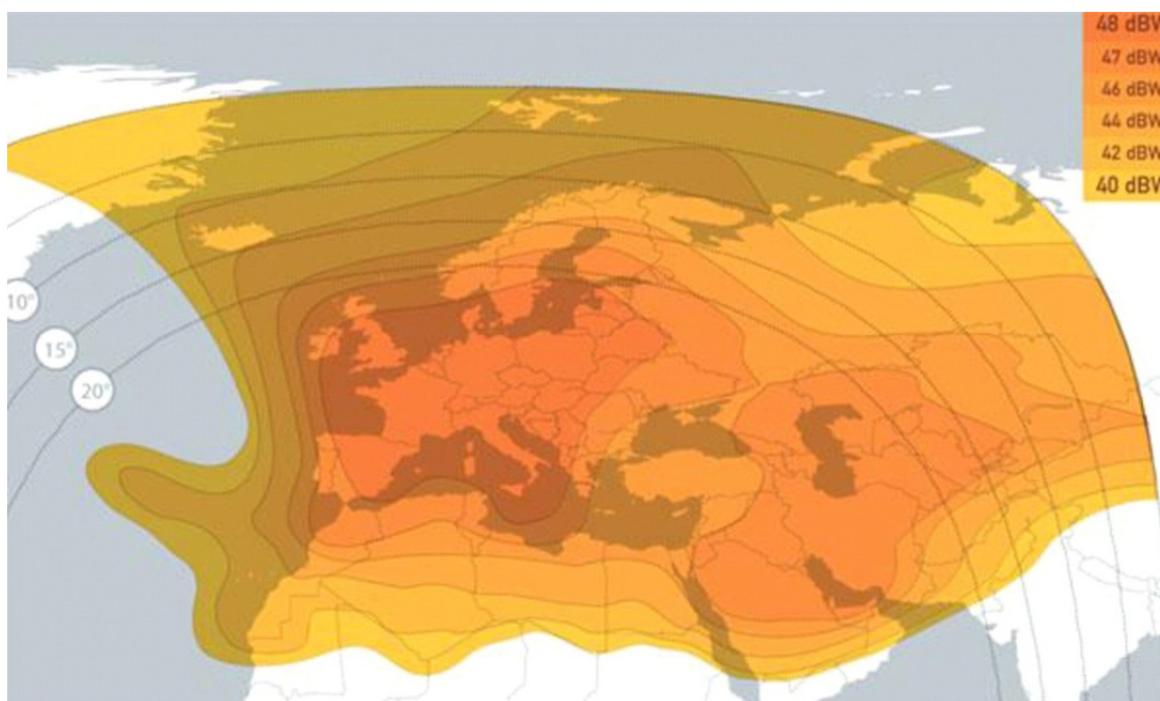


Рис. 2. Охват спутника EUTELSAT 10A

Чтобы работать с системой GEONETCast должны выполняться следующие требования для приема станции:

аппаратные компоненты:

- ПК, жесткий диск, монитор;
- DVB-S2 приемник (т.е. АусекаSR1 orTBS 5925);
- кабель / разъемы;
- спутниковая антенна для сервиса на высоком уровне громкости: Алматы: 2,4 м, Астана: 1,2 м, Баку: 1,8 м, Тель-Авив: 1,8 м;
- универсальный V/H LNB (HD Прием) в Ku-диапазоне (10,7 до 12,75 ГГц), коэффициент шума ниже 0,6 Дб;

программные компоненты:

- EUMETCast ключевой блок (ЭКУ);
- EUMETCast клиентского программного обеспечения;

- EONETCast набор инструментов addonfor ILWIS Open, включая другие (бесплатно) программное обеспечение процедуры;
- GEONETCast файловый менеджер;
- импорт подпрограммы;
- другие оригинальные программные процедуры, Java-апплеты, пакетные файлы;
- ILWIS Open.

Экспериментальная часть

Как говорилось в начале, на базе нашей кафедры есть лаборатория по приему и обработке спутниковых снимков, где применяется GEONETCast. Были выполнены все вышеуказанные требования. Уровень сигнала Ku wide band со спутника Eutelsat 10A в Астане составляет 46 дБ и для его приема необходима приемная антенна диаметром не менее 100 см. В связи с этим на крыше здания Евразийского университета была установлена параболическая антенна, размер которой составил 120 см. На рис. 3 показан принцип работы антенны с учетом препятствий, т.е. как должна настраиваться антенна, чтобы различные препятствия не мешали прием-передаче сигналов.

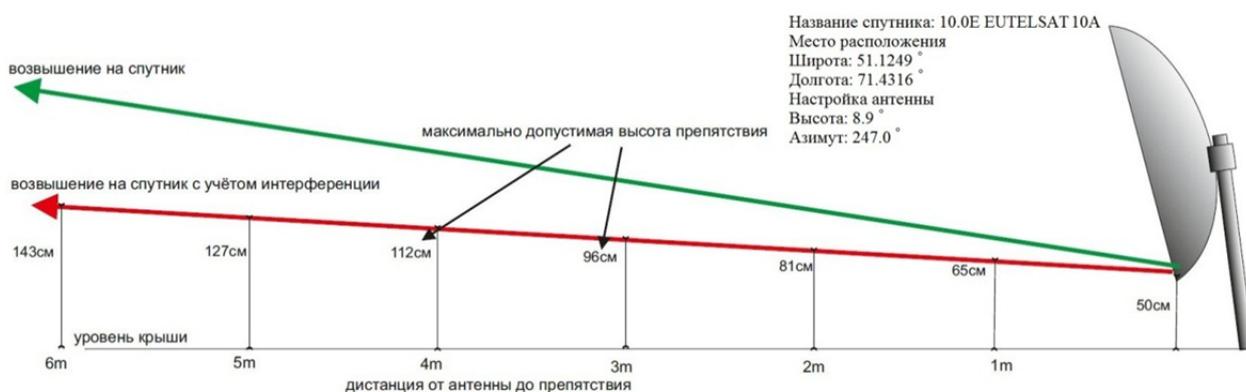


Рис. 3. Прием-передача сигналов с учетом препятствий

После монтажа антенны были установлены программные компоненты системы GEONETCast. В частности, GEONETCast имеет много терминалов: Data management, ILWIS, MSG Visualizer и др. Каждый из них выполняет важную функцию системы, в данной статье авторы предпочли рассмотреть средство разработки MSG (Meteosat Second Generation) Visualizer.

MSG является совместной программой ЕКА (Европейского космического агентства) и ЕВМЕТСАТ. Известно, что ЕКА отвечает за разработку спутников, выполняющих заданные требования пользователей, определяемые ЕВМЕТСАТ, а также закупки искусственных спутников Земли. ЕКА также выполняет операции по запуску и размещению космических аппаратов на геостационарной орбите и передает их ЕВМЕТСАТ для ввода в эксплуатацию [3]. ЕВМЕТСАТ разрабатывает все наземные системы для космических пусков, необходимые для доставки продуктов и услуг в зависимости от меняющихся потребностей пользователей. Данные из ЕВМЕТСАТ принимаются посредством телевизионного вещания спутника Eutelsat 10A при 10° E. Услуга называется ЕВМЕТКаст и обеспечивается сервером TELLICAST. ЕВМЕТКаст услуги, предоставляемые ЕВМЕТСАТ, включают в себя данные из Meteosat-10 (рис. 4).

MSG имеет несколько серий европейских геостационарных метеоспутников, в нашем случае используется Метеосат-10 (запущен с Гвианского космического центра в Куру в 2012 г.), который является основным операционным геостационарным спутником, расположенным под углом 0 град. На борту космического аппарата находится камера инфракрасного и видимого диапазона SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager). Этот прибор обеспечивает пространственное разрешение один километр в видимом свете и три километра в инфракрасном. Каждые 15 мин он сканирует всю поверхность Земли, наблюдая за изменениями облачности. С его помощью метеорологи рассчитывают значительно улучшить сверхкраткосрочные прогнозы на территории Европы и Азии, в частности, более успешно прогнозировать ураганы и туман.

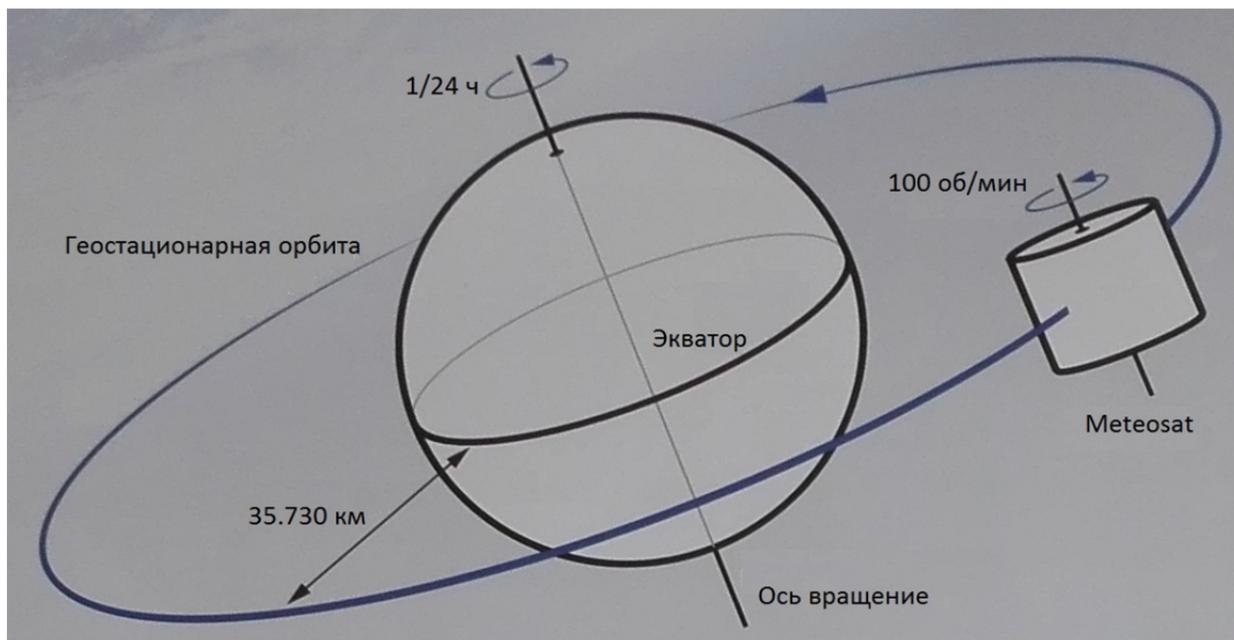


Рис. 4. Метеосат-10

Поток данных GEONETCast представляет собой необработанные данные и изображения инструмента SEVIRI. Он фиксирует полусферу (от -79 до $+79$ долготы, от -81 до $+81$ широты) каждые 15 мин в шести спектральных диапазонах. Подробная информация о спектральных диапазонах приведена в табл. 2.

Таблица 2

Спектральные полосы инструмента MSG SEVIRI

Номер канала	Спектральные диапазоны (μm)	Характеристики спектральных диапазонов (μm)			Основное наблюдение
		λ_{cen}	λ_{min}	λ_{max}	
1	VIS0.6	0,635	0,56	0,71	Поверхность, облака, поля ветра
2	VIS0.8	0,81	0,74	0,88	Поверхность, облака, поля ветра
3	NIR1.6	1,64	1,50	1,78	Поверхность, фаза облаков
4	WV6.2	6,25	5,35	7,15	Пары воды, облака высокого уровня, атмосферная неустойчивость
5	IR10.8	10,80	9,80	11,80	Поверхность, облака, поля ветра, атмосферная неустойчивость
6	HRV	Широкополосный (около $0,4 - 1,1 \mu m$)			Поверхность, облака

Программный инструмент MSG-визуализатор был разработан в Берлинском техническом университете, который является партнером нашей кафедры по развитию специальности космической техники и технологии [4]. С помощью данного инструмента можно наблюдать за быстротекущими погодными явлениями атмосферы и гидросферы Земли, определять типы гроз, ливней, ухудшения видимости или тумана в восточном полушарии и на территории Казахстана (рис. 5). Используются данные изображения MSG SEVIRI из потока GEONETCast, чтобы продемонстрировать успешную работу терминала, разнообразие доступных данных, представленных различными спектральными диапазонами, и высокую частоту приема данных [5–7].

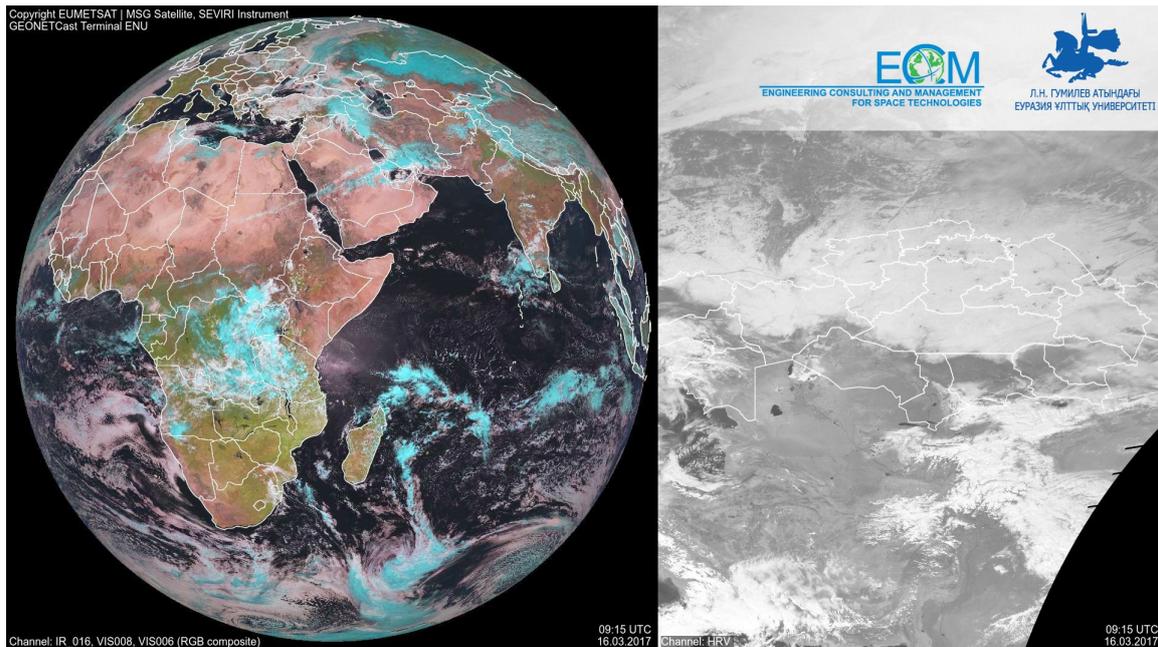


Рис. 5. Запуск визуализатора MSG в Казахстане с расширенным представлением

Работая с данным программным продуктом, выделяем следующие функции MSG Visualizer:

- возможность анимационного представления во времени данных изображения в выбранных спектральных диапазонах (включая визуальный RGB композит) в левой части дисплея;
- расширенное представление и временная анимация сконфигурированной географической области, которая использует канал MSG (с высоким разрешением) MSG на правой части дисплея;
- автоматическое обновление кадров анимации с полученными данными текущего изображения;
- маркировка видовых экранов с отметками времени, показанный спектральный канал и другая информация.

Выводы и рекомендации

По результатам исследования можно прийти к выводу, что данная система GEONETCast помогает обеспечивать многоспектральную съемку облачного слоя, земной поверхности и света, испускаемого атмосферой, с улучшенным радиометрическим, спектральным, пространственным и временным разрешениями, получить метеорологические и геофизические данные для обеспечения метеорологических, климатологических исследований и контроля за изменениями окружающей среды.

Также в программном средстве MSGVisualizer планируется улучшить до двенадцати спектральных каналов по сравнению с используемыми сейчас шестью, которые в будущем обеспечат более точные данные по всей атмосфере Земли, что позволит значительно улучшить числовые модели прогнозов погоды. В данный момент наша наземная станция обеспечивает прием метеорологических и геофизических данных в виде изображений, но в будущем мы предусматриваем осуществление предварительной обработки и передачу информации потребителям, таким как Казгидромет. Аналогичный спрос существует и в отношении авиации, туризма, транспорта, рыболовства, добычи сырья, МЧС и др. Самое главное – прогноз и оповещения о штормах и погодных катаклизмах позволяют спасти человеческие жизни.

Дополнительно систему GEONETCast можно использовать в учебном процессе при изучении специальных дисциплин: «Автоматизированные системы сбора и первичной обработки результатов ДЗЗ», «Оптические системы дистанционного зондирования», «Космические системы ДЗЗ и космическая связь» и др. Применение этой системы в учебных целях позволяет улучшить качество обучения за счет повышения заинтересованности обучающихся в освоении новых знаний. Кроме того, это позволяет обучающимся получить практические навыки по сбору, обработке и применению космических снимков в своей профессиональной деятельности в будущем.

Библиографический список

1. Чернявский, Г. М. Космические средства при мониторинге Земли / Г. М. Чернявский // Земля и Вселенная. – 2004. – № 5. – С. 3–5.
2. Чернов, А. А. Орбиты спутников дистанционного зондирования Земли : учеб. пособие / А. А. Чернов, Г. М. Чернявский. – М. : Радио и связь, 2004. – 152 с.
3. The importance of researching the satellites with the purpose of solving problems / А. Д. Тулегулов, Д. С. Ергалиев, А. Онгаркызы, К. С. Артыкбаев // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2013. – Т. 1. – С. 135–138.
4. Геометрические искажения и геометрическая коррекция спутниковых снимков / А. Д. Тулегулов, Д. С. Ергалиев, Ж. С. Мусагулова, А. Б. Нысанбаева // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2013. – Т. 1. – С. 359–161.
5. Тулегулов, А. Д. Геометрические искажения и геометрическая коррекция спутниковых снимков / А. Д. Тулегулов, Д. С. Ергалиев, Ж. С. Мусагулова, А. Б. Нысанбаева // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2013. – Т. 1. – С. 359–161.
6. Кумисбек, Г. М. Квадрокоптеры как доступные устройства для подготовки операторов беспилотников для дистанционного зондирования земли / Г. М. Кумисбек, У. Т. Касымов, Д. С. Ергалиев, З. С. Мадиярова // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2015. – Т. 2. – С. 22–24.

Керимбай Нуржан Нурбергенович

кандидат технических наук, профессор,
кафедра космической техники и технологий,
Евразийский Национальный университет
им. Л. Н. Гумилева
(010000, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2)
E-mail: n.kerimbay@mail.ru

Ергалиев Дастан Сырымович

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой космической техники
и технологий,
Евразийский Национальный университет
им. Л. Н. Гумилева
(010000, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2)
E-mail: DES-67@yandex.kz

Базарбек Асыл-Дастан Базарбекович

инженер,
кафедра космической техники и технологий,
Евразийский Национальный университет
им. Л. Н. Гумилева
(010000, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2)
E-mail: asyl.bazarbek.92@mail.ru

Омархан Айтolkын Шаяхметовна

инженер,
кафедра космической техники и технологий,
Евразийский Национальный университет
им. Л. Н. Гумилева
(010000, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2)
E-mail: moon_wave_93@mail.ru

Керимбай Гульжан Нуржановна

магистрант,
Евразийский Национальный университет
им. Л. Н. Гумилева
(010000, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2)
E-mail: k.gulzhan94@mail.ru

Kerimbay Nurzhan Nurbergenovich

candidate of technical sciences, professor,
sub-department of space engineering and technology,
Eurasian National University
named after L. N. Gumilyov
(010000, 2 Satpaeva street, Astana, Kazakhstan)

Ergaliev Dastan Syrymovich

candidate of technical sciences, associate professor,
head of sub-department of space engineering
and technology,
Eurasian National University
named after L. N. Gumilyov
(010000, 2 Satpaeva street, Astana, Kazakhstan)

Bazarbek Asyl-Dastan Bazarbekovich

engineer,
sub-department of space engineering
and technology,
Eurasian National University
named after L. N. Gumilyov
(010000, 2 Satpaeva street, Astana, Kazakhstan)

Omarkhan Aytolkyn Shayakhmetovna

engineer,
sub-department of space engineering
and technology,
Eurasian National University
named after L. N. Gumilyov
(010000, 2 Satpaeva street, Astana, Kazakhstan)

Kerimbay Gul'zhan Nurzhanovna

master degree student,
Eurasian National University
named after L. N. Gumilyov
(010000, 2 Satpaeva street, Astana, Kazakhstan)

Аннотация. Рассмотрена глобальная сеть спутниковых систем GEONETCast, осуществляющая сбор и распространение данных об окружающей среде в мировом масштабе. Проведен анализ применения полученной информации в важнейших областях – сельское хозяйство, энергетика, прогноз погоды и т.д. Также описаны программные компоненты системы GEONETCast, в частности, средство разработки MSG Visualizer, с помощью которого осуществлена визуализация быстротекущих погодных явлений атмосферы и гидросферы Земли в восточном полушарии, в том числе и на территории Казахстана.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, система GEONETCast, геостационарный метеоспутник Meteosat-10.

Abstract. The global network of the satellite GEONETCast systems is considered which allows distribution of data on the environment on a global scale. The analysis of application received information is carried out to important areas as agriculture, energy, the weather forecast and etc. It is also described program components of the GEONETCast system, in particular, MSG Visualizer development tool, with the help of this program are given observable swift-flowing weather atmospheres of the phenomena and hydrosphere of Earth in east a hemisphere and in the territory of Kazakhstan.

Key words: remote sensing of the Earth, GEONETCast system, geostationary meteorological satellite Meteosat-10.

УДК 629.396.61

Использование системы GEONETCast для мониторинга Земли / Н. Н. Керимбай, Д. С. Ергалиев, А. Б. Базарбек, А. Ш. Омархан, Г. Н. Керимбай // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 1 (17). – С. 17–24. DOI 10.21685/2307-4205-2017-1-3.