

проприетарного программного обеспечения, а с другой - позволяет строить информационные системы по модульному принципу, используя для межмодульного обмена стандартные сетевые протоколы. Последнее делает информационные системы открытыми и, следовательно, доступными для всего сообщества.

Список литературы

1. Интеграция информационных ресурсов Сибирского отделения РАН как шаг к формированию единого научно-образовательного информационного пространства/ Б.С. Елепов, О.Л. Жижимов, А.М. Федотов, Ю.И. Шокин // Теория и практика общественно-научной информации. - 2014. - № 22. - С.21-32.

2. Жижимов О.Л. Новые возможности платформы ZooSPACE для задач интеграции распределенных данных [Электронный ресурс] // Распределенные информационные и вычислительные ресурсы (DICR-2014): материалы XV Российской конференции с международным участием (электронное издание). - 2014. - Новосибирск: Институт вычислительных технологий Сибирского отделения РАН.-Режим доступа: <http://conf.nsc.ru/files/conferences/dicr2014/fulltext/248947/250122/ZooSPACE-New1.pdf>

3. Жижимов О.Л. Технологическая платформа массовой интеграции гетерогенных данных/ О.Л. Жижимов, А.М. Федотов, Ю.И. Шокин // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. - 2013. - Т.11. - № 1. - С.24-41

4. Скачков Д.М.Технология географического поиска информации в «негеографических» информационных системах/ Д.М. Скачков, О.Л. Жижимов // Научные и организационно-технологические основы интеграции цифровых информационных ресурсов. - 2013. - С.74-101

5. Система управления электронными библиотеками в ИРИС СО РАН. Т.1. // Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем: Сборник научных статей Четвертого Всероссийского симпозиума / Под ред. Е.Б. Кудашева, В.А. Серебрякова/ Ю.И. Шокин ,А.М.Федотов, О.Л. Жижимов, О.А.. Федотова - Москва: Вычислительный центр РАН. – 2014.-С.11-39

6. Chudlarsky, Tomas; Dvorak, Jan: A National CRIS Infrastructure as the Cornerstone of Transparency in the Research Domain. In: Jeffery, Keith G; Dvorak, Jan (eds.): E-Infrastructures for Research and Innovation: Linking Information Systems to Improve Scientific Knowledge Production: Proceedings of the 11th International Conference on Current Research Information Systems (June 6-9, 2012, Prague, Czech Republic). Pp. 9-17. ISBN 978-80-86742-33-5.

7. Guskov A.E., Zhizhimov O.L., Kikhtenko V., Skachkov D.M., Kosyakov D. RuCRIS: A Pilot CERIF based System to Aggregate Heterogeneous Data of Russian Research Projects // Procedia Computer Science. - 2014. - Vol.33. - P.163-167. - EISSN 1877-0509.

УДК 621.3

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ДИСТАНЦИОННОМУ НАБЛЮДЕНИЮ ЗЕМЛИ В ИФТПиМ НАН КР

Жумалиев Кубанычбек Мырзабекович, д.т.н., профессор, академик НАН КР, ИФТПиМ НАН КР, Кыргызстан, 720071, г.Бишкек, пр.Чуй, 265 а, jkm56@mail.ru

Алымкулов Самсалы Аманович, д.т.н., профессор, ИФТПиМ НАН КР, Кыргызстан, 720071, г.Бишкек, пр.Чуй, 265 а, salmor55@mail.ru

Талыпов Кубатбек Кемелович, к.т.н., доцент, ИФТПиМ НАН КР, Кыргызстан, 720071, г.Бишкек, пр.Чуй, 265 а, tkk55@mail.ru

В докладе приводится обзор тех основных задачах анализа и обработки космических изображений и создания ГИС «Цифровой Кыргызстан», в решении которых Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН КР имеет определенные достижения.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, геоинформационные системы, программное обеспечение, вегетационный период

SOME RESULTS OF RESEARCH ON EARTH REMOTE MONITORING IN THE IFTPM NAS KR

Zhumaliev Kubanychbek Myrzabekovich, doctor of the technical sciences, professor, academician of the NAS KR, IFTPM NAS KR, Kyrgyzstan, 720071, Bishkek, Chu ave, 265 a, jkm56@mail.ru

Alymkulov Samsaly Amanovich, doctor of the technical sciences, professor, IFTPM NAS KR, Kyrgyzstan, 720071, Bishkek, Chu ave, 265 a, salmor55@mail.ru

Talypov Kubatbek Kemelovich, candidate of the technical sciences., associate professor, IFTPM NAS KR, Kyrgyzstan, 720071, Bishkek, Chu ave, 265 a, tkk55@mail.ru

The report provides an overview of the main objectives of the analysis and processing of space images and GIS "Digital Kyrgyzstan", in which the Institute of physical-technical problems and materials science NAS KR has certain achievements.

Key words: remote sensing, geoinformation systems, software

С апреля 2014 года Кыргызстан, не имея своих спутников, стал страной, которая в реальном времени получает изображения Земли напрямую со спутников и формирует ГИС «Цифровой Кыргызстан», благодаря тесному сотрудничеству с Институтом ДЗЗ и цифровая Земля Китайской академии наук (RADI CAS). Договора о прямом получении данных дистанционного зондирования Земли имеются у нас с Роскосмосом, Казкосмосом и Беларусью.

Обычно для работы ГИС необходимы следующие компоненты:

- 1) рабочая станция с установленной операционной средой,
- 2) специализированное программное обеспечение
- 3) пространственно-распределенные данные и программы их обработки,
- 4) специализированная память изображений,
- 5) базы данных о характеристиках объектов ГИС

В создаваемой ГИС «Цифровой Кыргызстан» имеются все эти компоненты [4]. Данные в ГИС поступают в реальном времени с китайских спутников HJ-1A и HJ-1B, американского Landsat-8 из Центра данных RADI CAS. Эти данные сохраняются в нашей ГИС со специализированной памятью большого объема. В настоящее время в базе данных этой ГИС имеются спутниковые снимки Кыргызстана с 2009 года по настоящее время. В формировании базы используются также данные со спутников «Метеор» (Россия) и «KazEOSat»(Казахстан).

Один из компонентов этого комплекса определяет сам: данными какого спутника является изображение, когда произведена съемка, определяет и выделяет спектральные составляющие, координаты территории и форматы данных. Это необходимо, так как сейчас имеется множество спутников ДЗЗ из разных стран. Каждая из них имеет свои форматы данных, свои спектральные характеристики и т.д.

В данном комплексе программ имеется компонент доступа к изображениям, который обеспечивает выбор нужных снимков из базы данных и преобразует данные различных форматов в единый «внутренний». Система позволяет выбрать аэрокосмические снимки по географическому положению, по дате, расшифровать все метаданные снимков, выделить все

имеющиеся спектральные слои, перевести исходные данные в требуемые для дальнейшей обработки форматы, сохранить в новом формате и произвести визуализацию всех этапов процесса (Рис.1).

Имеются также возможности выбора данных из базы ГИС «Цифровой Кыргызстан» по времени, по территории, дате, а также по другим атрибутам.

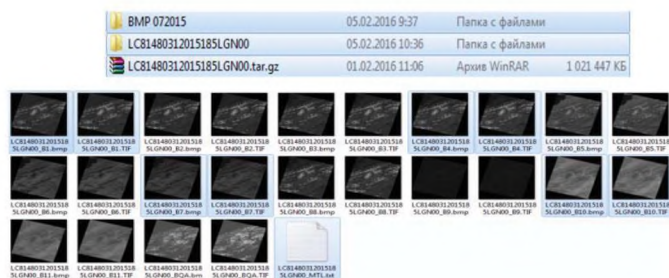


Рис.1.Послойное разложение, преобразование форматов и визуализация

При использовании данных ДЗЗ вычисляются некоторые индексы, имеющие свой вид в зависимости от решаемых прикладных задач. В данной ГИС имеется специальное программное обеспечение, позволяющее вычислять вегетационные индексы для определения состояния растительности, индексов засушливости, индексов для определения вида минералов на поверхности, а также состояния водоемов и лесных угодий. Для проведения расчетов кроме популярных программ ENVI и ArcGIS в Институте физико-технических программ разработан свой комплекс программного обеспечения, который содержит все компоненты, присущие ГИС и имеет некоторые улучшения.

В настоящее время для решения большинства сельскохозяйственных задач используются специальные технологии дешифрирования снимков, получаемых при систематических повторных съемках, которые обеспечивают наблюдение за динамикой развития сельскохозяйственных культур. При этом наиболее широкое распространение при дешифрировании и при анализе различий в спектральных яркостях растительности в течение вегетационного периода получил индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), по которому можно судить об агротехническом состоянии посевов. Для обнаружения очагов болезней и вредителей также в основном применяются вегетационные индексы (ВИ), в частности NDVI.

Кроме этого индекса, вычисление которого уже включен в популярные программы для обработки спутниковых данных, например ENVI, имеется ряд других, каждая из которых ориентирована на определенный анализ растительного или почвенного покрова. Одни индексы оптимизированы для оценки смешанного почвенно-растительного сигнала, другие для полного листового покрытия и т.д. В любом случае цель использования растительного индекса – это создание корректной системы линейного взвешивания: величина индекса – параметры растительности. Под параметрами растительности обычно понимают, либо объем зеленой растительной биомассы, либо долю проективного листового покрытия почвы, либо продуктивность.

Вместе с тем, для целевого дешифрирования необходимо рассчитывать ряд других индексных полей, такие как EVI (биомасса), LAI(проективное покрытие),GNDVI (оценка содержания азота), SIG (для оценки содержания хлорофилла),WDMI(оценка влажности почв), NDSI (оценка снежного покрытия) и другие. В этой связи, соответствующий компонент программного комплекса позволяет выбрать вид вегетационного индекса и автоматически рассчитать соответствующее индексное поле. Кроме того, он позволяет раскрасить ходный снимок в приемлемых цветах и вычислить площади объектов, выделенных индексами. Пример работы компонента показан на рис.3.

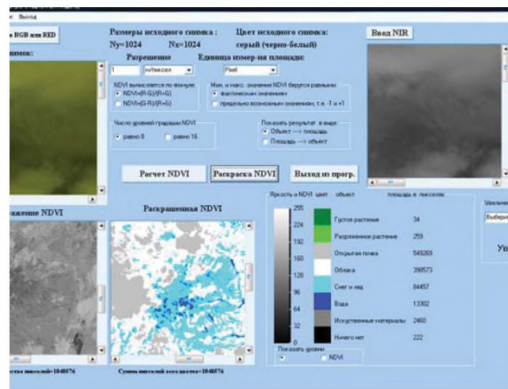


Рис.2. Расчет вегетационных индексов

Пример вычисления вегетационных индексов для растительности для мониторинга состояния сельскохозяйственных культур Узгенского района приведен на рис.3. Используя полученные индексные поля можно рассчитать статистические последовательности интересующих исследователя для дальнейшего анализа. Полученные результаты документируются в отчеты и размещаются в файлах документации. (Рис.3)

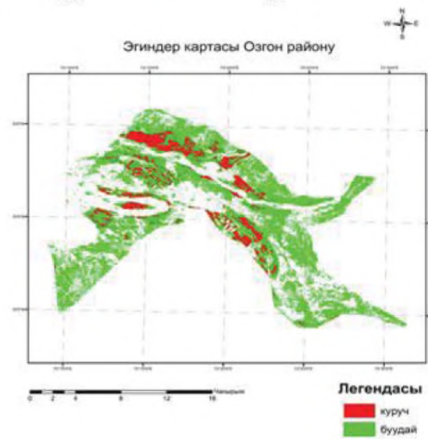


Рис.3. Вид документа распределения по видам растений

Следующим этапом обработки является объединение данных и их интеграция в геоинформационную систему (ГИС). Перенос данных в ГИС позволяет проводить обработку разновременных данных и хранить графическую информацию в векторном формате, что существенно облегчает отслеживание изменений по графической и семантической информации. Векторизацию выполняли в ручном режиме аналогично оцифровке исходного картографического материала (рис.4)[3].

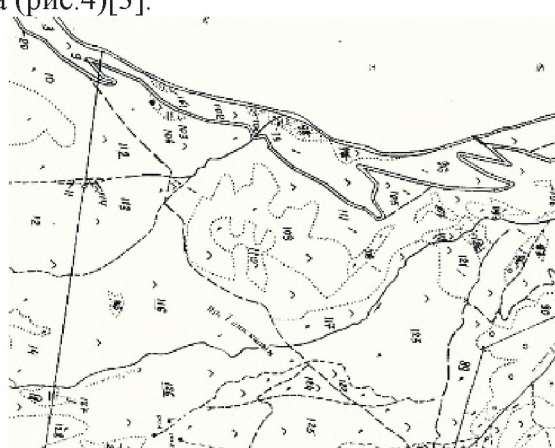


Рис.4. Фрагмент полученной цифровой карты (Исык-Куль, с.Тамга)

Рассматриваемый программный комплекс позволяет также проведение работ по наблюдению за состоянием ледников и лесных угодий, что важно для целей охраны природы

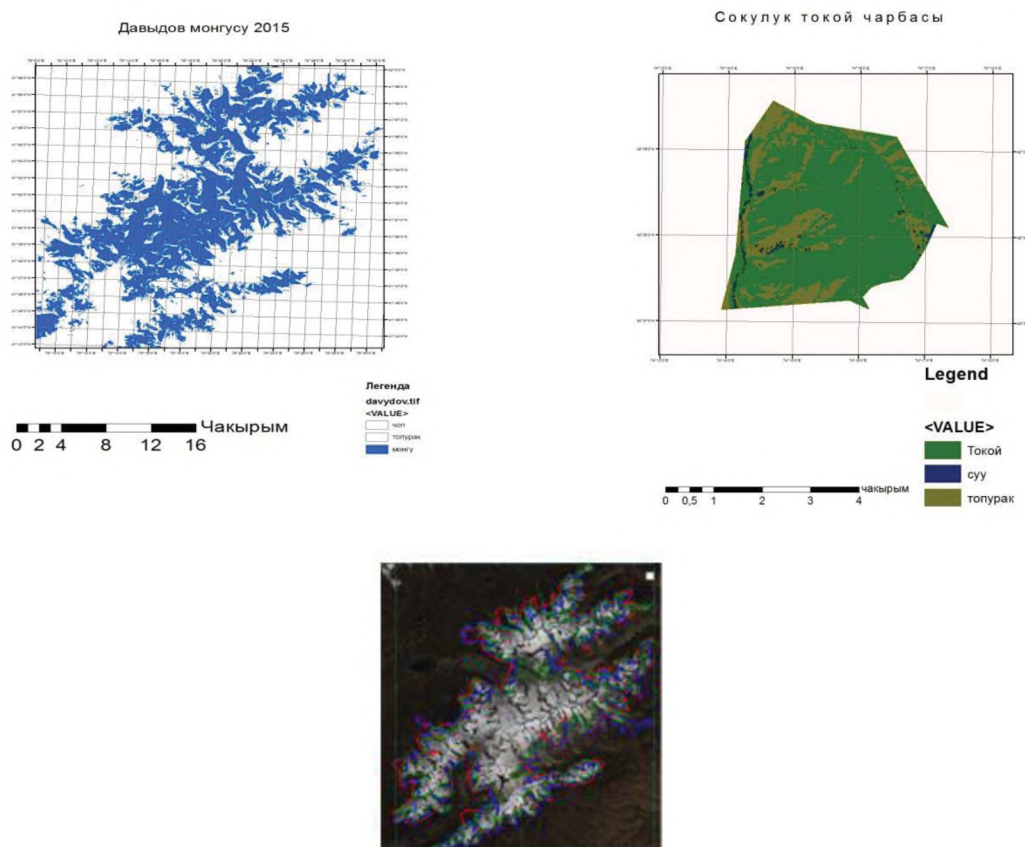


Рис.5. Мониторинг ледников и лесных угодий для прородоохраннх целей

В содружестве с Институтом океанологии Российской академии наук в ИФТПИМ получен ряд интересных результатов по исследованию высокогорного озера Иссык-Куль и его подводного рельефа[2]. По своим размерам и глубине, степени влияния на региональный климат, социально-экономическому и историко-культурному значению озеро Иссык-Куль вполне может считаться “среднеазиатским морем”. Иссык-Куль - большое глубокое высокогорное озеро, расположенное на территории республики Кыргызстан. Озеро протянулось с запада на восток на почти 200 км, а объем его вод составляет более 1700 км³. Чтобы сделать эту цифру более наглядной, укажем, например, что это в 6 раз больше объема вод Азовского моря или немногим менее половины объема Белого моря. Озеро оказывает смягчающее воздействие на климатические характеристики Иссык-Кульской области Кыргызстана, зимние температуры здесь на 3-5°С выше, чем на остальной территории республики, а летние - примерно на столько же ниже. Иссык-Куль играет важнейшую роль в экономике региона.

Озеро Иссык-Куль представляет общий научный интерес в первую очередь в связи с тем, что его отложения хранят уникальную информацию об изменениях климата континентальной Евразии в течение многих миллионов лет. Именно внутриконтинентальное расположение озера вдали от океана имеет тут большое значение, поскольку палеорекострукции, основанные на морских осадках, не всегда дают верную информацию о климате во внутренних областях материков [6]. Иссык-Куль является одним из очень немногих водоемов суши, которые способны такую информацию предоставить. В последние годы очень активно обсуждается возможность организации глубокого бурения на Иссык-Куле на 1000-1500 м с целью получить колонки, обеспечивающие реконструкцию климата на 200-300 тысяч лет при разрешении порядка нескольких десятилетий [7]. Анализ таких

колонок и их сопоставление с аналогичными данными океанского бурения позволил бы проследить за откликом климата во внутриконтинентальной Евразии на изменения адвекции влаги из Атлантики, а также восстановить гляциальную историю Тянь-Шаня на протяжении нескольких гляциальных циклов [7].

На первом этапе, для исследования прибрежной зоны озера Иссык-Куль и оценки уровня его антропогенного загрязнения была проведена экспедиция с 10 по 13 сентября 2014 года на полигоне, расположенном в северной центральной части озера Иссык-Куль в районе г. Чолпон-Ата.

Измерения были организованы в форме трех однодневных выходов экспедиционного судна «Шторм» 11,12 и 13 сентября в прибрежной зоне от с. Сары-Ой до п. Бостери (рис. 6). 11 и 13 сентября 2014 года измерения проводились на 16 станциях, расположенных вдоль берега по всему полигону. Максимальное удаление станций от берега составляло 2.5 км, минимальное - 100 м. 12 сентября измерения проводились на 20 станциях, расположенных в двух районах мелко масштабной съемки (удаление от берега от 20 м до 500 м), приуроченных к восточной части г.Чолпон-Ата и по с. Бостери, и предположительно подверженных наибольшему антропогенному влиянию.



Рис.6. Расположение района работ (вверху) и общая схема полигона (внизу) в северной части озера Иссык-Куль.

Комплексное гидрологическое изучение озера Иссык-Куль (рис. 7) проводилось в период с 23 по 27 июня 2015 г. В эти сроки был организован пятидневный рейс научно-исследовательского судна «Молтур», на борту которого проводились экспедиционные работы по исследованию гидрофизических, гидрохимических и других аспектов состояния водоема.

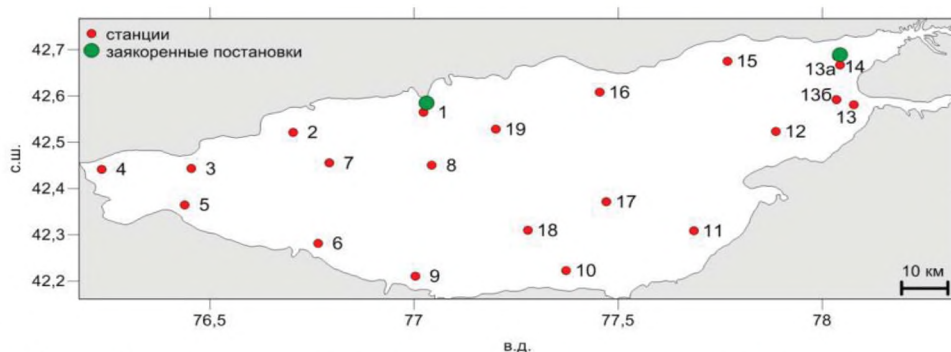


Рис.7. Район работ, схема расположения гидрологических и заякоренных станций на полигоне.

Технологии исследования рельефа дна и подводных объектов. Сбор и отображение получаемой информации ведется в реальном времени на ПЭВМ. Работой гидролокатора управляет программа «ЭхоГраф» оригинальной разработки ЛГД. Предварительная и пост обработка данных ведется с использованием оригинальной программы WinRSTR. Проводка судна по маршруту и сбор данных эхолотного промера осуществлялись с помощью управляющей ПЭВМ и специализированного программного обеспечения ScatSonarControl. Методика опознавания природных и искусственных объектов по результатам гидролокационного картирования и обработка данных промера глубин проводится на основе данных полигонных исследований на ключевых участках.

На полигонах вначале производится обследование поверхности дна с использованием гидролокатора бокового обзора, эхолота (Рис.8) и навигационной аппаратуры.

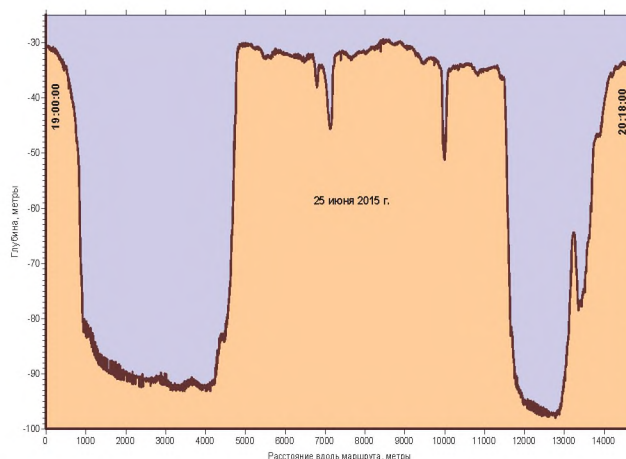


Рис.8. Эхолотный профиль пересекающий палеоруслу рек Жергалан (слева) и Тюп (справа)

Дальнейшее изучение с помощью спутниковых данных, которое проводится в сотрудничестве с RADICAS, позволит рассмотреть степень корреляции между приповерхностными и дистанционными данными характеристик озера.

Нами изучался также водный баланс озера Иссык-Куль [1]. Временная изменчивость основных составляющих водного баланса оз. Иссык-Куль по данным Кыргызгидромета представлена на рис.9

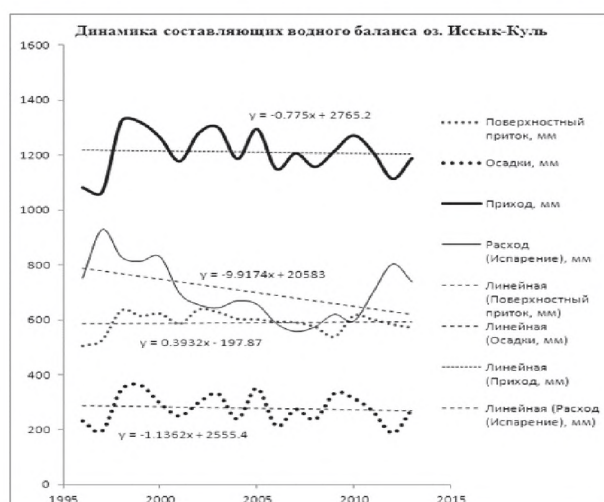


Рис.9. Временная изменчивость основных составляющих водного баланса оз. Иссык-Куль.

Как видно из рисунка за рассматриваемый период приход воды в озеро Иссык-Куль уменьшился, несмотря на увеличившийся поверхностный приток из зоны формирования. Это уменьшение обусловлено как уменьшением выпадающих осадков, так и увеличением

водозаборов. Однако особый интерес представляет расходная часть водного баланса – испарение. С 1996 по 2013 годы тренд величины испарения отрицательный, причем значение испарения максимальное в 1997 практически в 1,5 раза понижается к 2007 году. Вероятно, значения не столь экстремальны, сказывается уменьшение начальных данных, обусловленное сокращением сети КыргызГидромета, но тенденция уменьшения величины испарения в целом вполне достоверна.

Совместно с RADICAS проводится также **исследование распределения природных ресурсов горных районов** Кыргызстана и в этом направлении также получен ряд результатов. Проведен сравнительный анализ результатов классификации некоторых нерудных полезных ископаемых с использованием снимков до и после препроцессинга, произведены их соответствия данным спектрального отклика библиотеки Aster [5]. Для использования предобработки данных для геологического исследования используем снимок со спутника Aster Иссык-Кульской области в летний период.

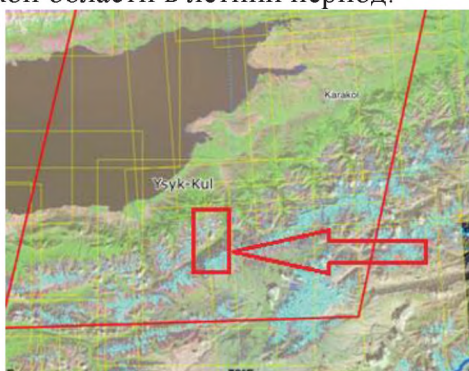


Рис. 10. Исследуемая область (оз.Иссык-Куль)

Результаты спектральных откликов после атмосферной коррекции дали следующий результат.

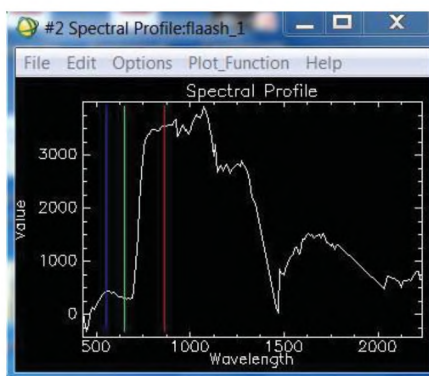


Рис. 11. Результаты спектральных откликов выделенной области

Как видно по результатам, после атмосферной коррекции мы получаем более точные кривые, которые дают представление о том, к какому классу можно отнести элементы с данным спектральным отражением.

В целом исследования ИФТПиМ НАН КР в области обработки данных ДЗЗ направлены на:

- создание законченных технологических циклов обработки аэрокосмических данных о Кыргызстане и изучения природных ресурсов Кыргызстана для различных отраслей экономики,
- создание и поддержку архива аэрокосмических изображений и извлеченной информации как банка данных с единой платформой («Цифровой Кыргызстан»).

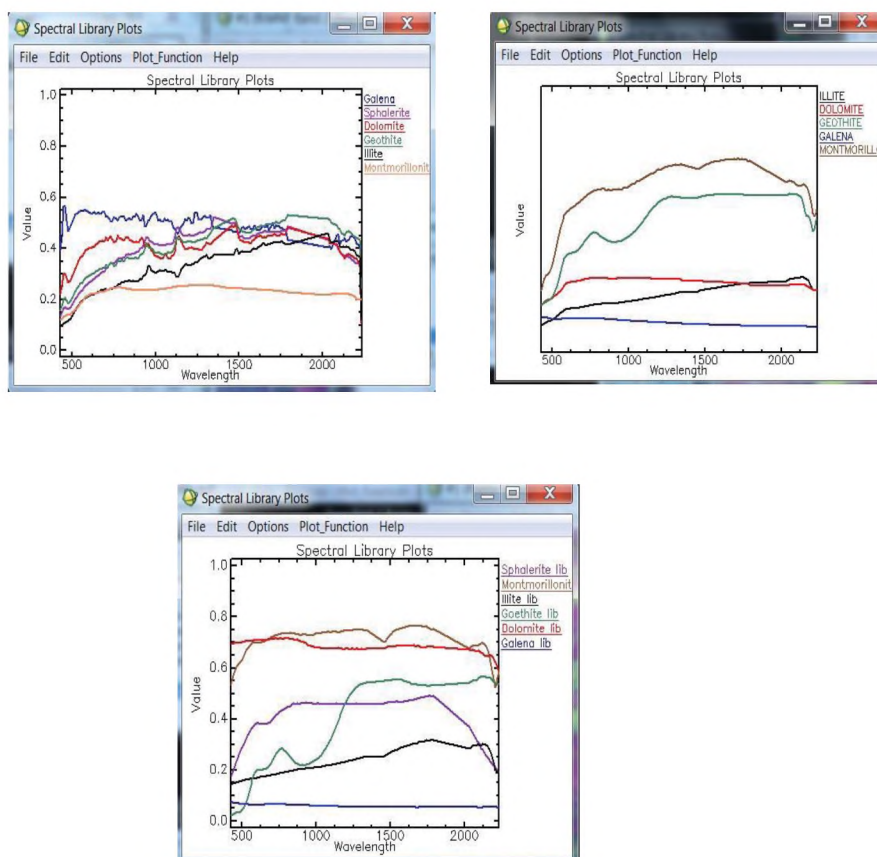


Рис. 1.6. Сравнительный анализ результатов полученных кривых до и после атмосферной коррекции для доломита, геотита, галенита

Выводы: Космические технологии наблюдения Земли, их объективные данные, являются эффективным средством для наблюдения за окружающей средой могут обеспечить важными инструментами для проведения анализа потенциала и развития. В Институте физико-технических проблем и материаловедения НАН КР созданы ГИС на основе архива космических изображений “Цифровой Кыргызстан”, программное обеспечение доступа и обработки данных к этой системе, а также технологии решения прикладных задач на основе данных этой ГИС.

Список литературы

1. Алибаева Г.К. Сравнительный анализ водного баланса озера иссык-куль составленного различными методами. *Физика*, №1, 2016 г.
2. Жумалиев К.М., П.О.Завьялов, П.Н. Маккавеев, Н.А. Римский-Корсаков, С.А.Алымкулов. Исследование гидрофизических и гидрохимических полей озера Иссык-куль. *Физика*, №1, 2016 г.
3. Момуналиева Н.Т. Применение данных дистанционного зондирования земли для решения задач территориального планирования. *Физика*, №1, 2016.
4. Талыпов К.К., К.М.Жумалиев. Принципы формирования, обработки и распространения данных дистанционного зондирования земли и геоинформационная система «Цифровой Кыргызстан». *Физика*, №1, 2016.
5. Шаршеева К.Т. Важность этапа предобработки при идентификации полезных ископаемых с использованием методов ДЗЗ. *Физика*, №1, 2016.
6. Millero F.J. Thermodynamics of the carbon dioxide system in oceans // *Geochim. etCosmochim. Acta*. 1995. V.59. № 4.P.661-677.
7. Molnar, P., and England, P., 1990. Late Cenozoic uplift of mountain ranges and global climate change: Chicken or egg? *Nature*, 346:29–34. doi: 10.1038/346029a0