

## Туркменское озеро «Алтын Асыр»: спутниковый мониторинг его создания

А.Г. Костяной<sup>1</sup>, И.С. Зонн<sup>2</sup>, Д.М. Соловьев<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН  
117997 Москва, Нахимовский проспект 36  
E-mail: kostianou@gmail.com*

<sup>2</sup> *Инженерный научно-производственный центр по водному хозяйству, мелиорации и  
экологии «Союзводпроект»  
105005 Москва, ул. Бауманская, 43/1, стр.1  
E-mail: igorzonn@yandex.ru*

<sup>3</sup> *Морской гидрофизический институт НАНУ  
99011 Севастополь, ул. Капитанская, 2  
E-mail: solmit@gmail.com*

В работе приводятся общие сведения о проекте создания искусственного озера «Алтын Асыр» в Туркменистане и результаты спутникового мониторинга его строительства, который ведется нами с июля 2009 года. Озеро будет формироваться в естественной впадине Карашор, расположенной в северо-западной части страны. Проект имеет чрезвычайно важное значение для сельского хозяйства и водных ресурсов Туркменистана, поскольку озеро будет постепенно наполняться коллекторно-дренажными водами, собираемыми по системам каналов с орошаемых земель нескольких велаятов (областей) страны, что значительно уменьшит степень их засоления. Спутниковый мониторинг ведется с помощью оптических сканеров среднего разрешения (250 м) MODIS-Terra и –Aqua, а также высокого разрешения (20 м) – Landsat-5 (TM) и Landsat-7 (ETM+).

**Ключевые слова:** Туркменистан, Туркменское озеро, Алтын Асыр, спутниковый мониторинг, водные ресурсы, коллекторно-дренажные воды.

### Введение

В Туркменистане, стране, где более 80% территории занимает пустыня Каракумы, осуществляется грандиозный гидротехнический проект по созданию Туркменского озера «Алтын Асыр» (Золотой век) за счет организованного отвода дренажных вод, образующихся в результате ведения орошаемого земледелия, в естественную впадину Карашор (Туркменское озеро..., 2010; Zonn, Kostianou, 2012). Для этого ведется строительство коллекторно-дренажной сети на территории одной из крупнейших пустынь мира – Каракумы. Этот проект, стоимостью около 6 млрд долл. является одним из крупнейших в мире в области мелиоративного освоения земель.

Основным источником поверхностных водных ресурсов Туркменистана, составляющих около 25 км<sup>3</sup>/год, является Амударья, которая посредством Каракум-канала (реки) объединяет в единый ирригационный комплекс мелиоративные системы Лебапского, Марыйского, Ахалского и Балканского велаятов (областей) (рис. 1). Она также обеспечивает потребности в воде Дашогузского и Лебапского велаятов. При использовании ее водных ресурсов на орошаемых землях формируется около 6 км<sup>3</sup>/год коллекторно-дренажных вод (КДВ), а с учетом КДВ, образующихся на территории сопредельного государства Узбекистан, расположенного на правом берегу Амударьи, общий объем может превышать 10 км<sup>3</sup>/год (рис. 1).



Рис. 1. Административное деление Туркменистана (<http://wikitravel.org/ru/Туркмения>)

До настоящего времени в Лебапском веляте часть КДВ с небольшой минерализацией (ок. 2,5 г/л) сбрасывается в Амударью, а другая – отводится в естественные понижения местности (Кетдешор). Только на территории Лебапского велята в период 1990-2000 гг. в Амударью из Туркменистана и Узбекистана сбрасывалось 2,57–4,86 км<sup>3</sup>/год КДВ в зависимости от водности года. Эти сбросы снижают качество амударьинской воды, увеличивая ее минерализацию с 0,9 до 1,44 г/л.

КДВ, образующиеся в пределах Марыйского, Ахалского и Балканского велятов, отводятся в понижения Каракумов, где они засоляют и затапливают пастбищные земли, сокращая их площади и продуктивность. В сложном положении находится Дашогузский велят. Более 65% годового стока КДВ формируется на территории Хорезмской области Узбекистана и транзитом по Озерному и Дарьялыкскому коллекторам сбрасываются в Сарыкамышское озеро – естественный бессточный водоем (рис. 1). В настоящее время его объем достиг 59 км<sup>3</sup> при площади водной поверхности около 3,9 тыс. км<sup>2</sup>.

### Проект создания искусственного озера

Цель проекта – упорядочение сбора КДВ, сбрасываемых до настоящего времени в речные бассейны и в Каракумы, и сброса их по коллекторной сети во впадину Карашор – Туркменское озеро. Создание озера должно сыграть важную роль в решении проблем засоления почв, загрязнения водных ресурсов, подъема уровня грунтовых вод и подтопления орошаемых земель и пустынных пастбищ.

Протяженность впадины Карашор по длинной оси составляет около 120 км, ширина на северо-западе до 20 км, в юго-восточном направлении, постепенно сужаясь, оно замыкается (рис. 2, 3). Абсолютная глубина относительно уровня Мирового океана – минус 28 метров, что примерно соответствует современному положению уровня Каспийского моря. В соответствии с проектом Туркменское озеро примет дренажные воды по двум системам коллекторно-дренажных трактов – Дашогузской ветке-вводу (северная) и Транстуркменскому (Главному) коллектору (южная). Общая протяженность магистральных и подводящих коллекторов составит 2654 км. Длина озера Алтын Асыр составит 103 км, ширина – 18,6 км,

средняя глубина – 69 м, площадь – около 1915.8 км<sup>2</sup>, объем – 132 км<sup>3</sup> (Туркменское озеро..., 2010; Zonn, Kostianoy, 2012). Предполагается ежегодно отводить в него до 10 км<sup>3</sup> КДВ. По внешнему виду оно будет напоминать современную крайнюю глубоководную западную часть практически высохшего Аральского моря (Большого Арала), где с 2002 года сотрудники Института океанологии им. П.П Ширшова РАН ежегодно ведут комплексные экспедиционные работы, включая спутниковый мониторинг (Zavialov, 2005; Kostianoy, Kosarev, 2010).



Рис. 2. Схема строительства озера Алтын Асыр и системы подводящих коллекторов в северной части проекта

20 октября 2000 г. в пятидесяти километрах к северу от Ашхабада, туркменской столицы, на торжественной церемонии был дан старт строительству одного из коллекторов, которые будут питать Туркменское озеро. Строительство озера будет выполняться в три этапа. К 2008 году была построена Дашогузская ветка общей протяженностью 381 км (Туркменское озеро..., 2010). Также были построены плотина протяженностью 600 метров и 22-х километровая дамба. Ведутся работы на подводящих коллекторах – Мургабском, Тедженском, Джарском сбросе. Первая очередь была введена в эксплуатацию в 2009 году.

Дашогузская ветка пересекает территорию Туркменистана с северо-востока до западной части Центральных Каракумов (рис. 2). Северная система отведет большую часть дренажной воды с территории Дашогузского вelayaty из системы Озерного и Дарьялыкского межгосударственных магистральных коллекторов. Максимальный расход Дашогузской ветки складывается из двух расходов КДВ, сбрасываемых из Дарьялыка – 60 м<sup>3</sup>/с и Озерного – 150 м<sup>3</sup>/с, всего 210 м<sup>3</sup>/с. Дашогузская ветка начинается на 57-ом км Озерного коллектора и через немногим более 140 км доведет воду до понижения Зенгибаба. От впадины Зенгибаба соединительным каналом протяженностью порядка 45 км вода поступит в древнее русло Узбоя. Далее на протяжении около 160 км вода пойдет по руслу Узбоя до Куртыш-Баба, где русло поворачивает на запад. В этой точке происходит его соединение с Транстуркменским (Главным) коллектором, и дренажные воды проходят по Узбою еще порядка 26 км до поворота русла в южном направлении, откуда и начинается подводящий канал к Карашору длиной 54 км.

Транстуркменский (Главный) коллектор начинается с Главного левобережного коллектора в Лебапском велаяте, затем пересечет территорию Туркменистана в субмеридианальном направлении от пос. Дейнау на востоке до впадины Карашор на северо-западе. Общая длина этого коллектора составит порядка 720 км, расход в его голове оценивается в 123 м<sup>3</sup>/с, из них 58 м<sup>3</sup>/с – расход КДВ правого берега реки Амударья в пределах Лебапского велаята.

Он будет полностью отводить дренажные воды с орошаемых земель Лебапского, Марыйского, Ахалского и Балканского велаятов с расходом около 240 м<sup>3</sup>/с. Система будет отводить дренажные воды левобережья и правобережья среднего течения Амударьи, предотвратив их сброс в реку. С правобережья КДВ будут отводиться по трубопроводу, проложенному под дном реки. Подводящие коллектора велаятов имеют общую протяженность 824,4 км (Туркменское озеро..., 2010).

### Спутниковый мониторинг

15 июля 2009 г. началось заполнение водой коллекторов в непосредственной близости от впадины Карашор. С этого момента объединенными усилиями Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (г. Москва) и Морского гидрофизического института НАНУ (г. Севастополь) ведется спутниковый мониторинг впадины Карашор и подводящих коллекторов с помощью оптических сканеров среднего пространственного разрешения (250 м) MODIS-Terra и –Aqua, а также высокого разрешения (20 м) – Landsat-5 (TM) и Landsat-7 (ETM+) (Kostianoy et al., 2010a,b; 2011a,b,c; Костяной и др., 2011 а,б,в; Lebedev et al., 2011; Zonn, Kostianoy, 2012). Спутниковые изображения среднего разрешения доступны ежедневно, а высокого разрешения – примерно раз в месяц, что вполне достаточно при наблюдаемых темпах строительства.

На рис.3 представлено спутниковое изображение озера Сарыкамыш и впадины Карашор, полученное спектрометриком MODIS-Aqua 7 апреля 2009 г. за несколько месяцев до начала заполнения коллекторов водой. Водная поверхность озера, также как и отдельные затопленные участки суши и древнего русла реки Узбой хорошо просматриваются по синему цвету.

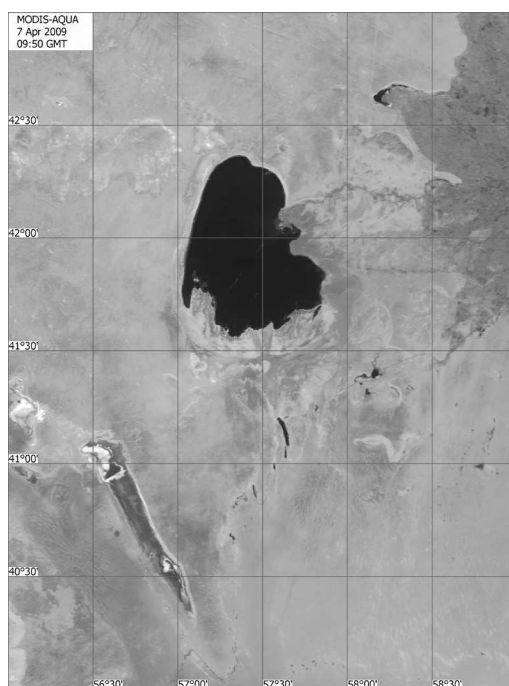


Рис. 3. Спутниковое изображение озера Сарыкамыш и впадины Карашор, полученное спектрометриком MODIS-Aqua 7 апреля 2009 г.

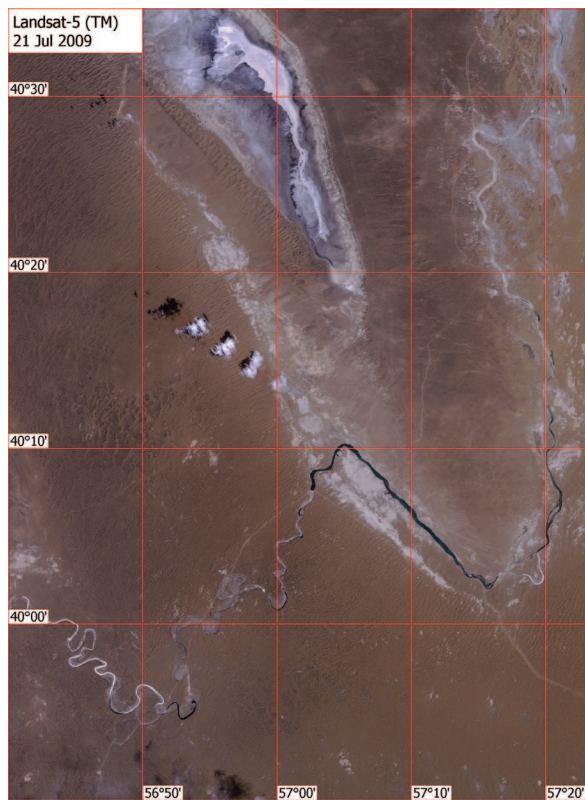


Рис. 4. Спутниковое изображение южной части впадины Карашор и подводящих коллекторов, полученное спутником Landsat-5 (TM) 21 июля 2009 г.

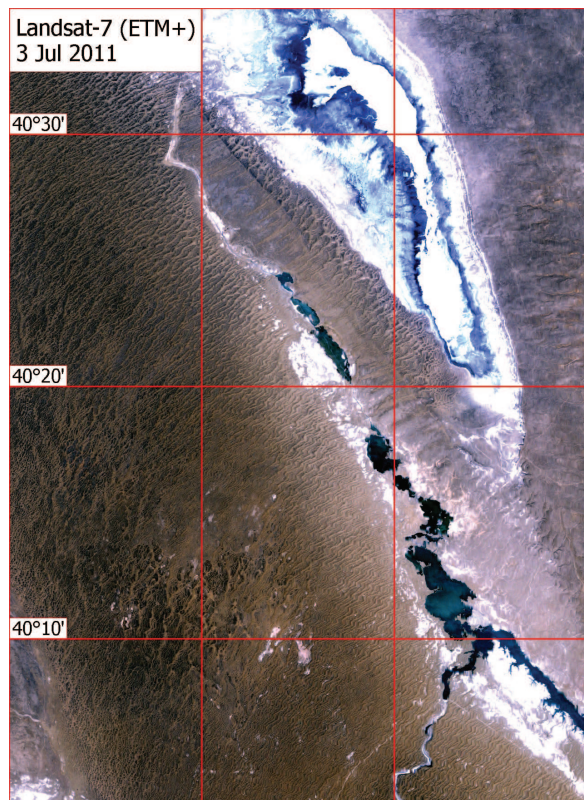


Рис. 6. Спутниковое изображение южной части впадины Карашор и подводящих коллекторов, полученное спутником Landsat-7 (ETM+) 3 июля 2011 г.

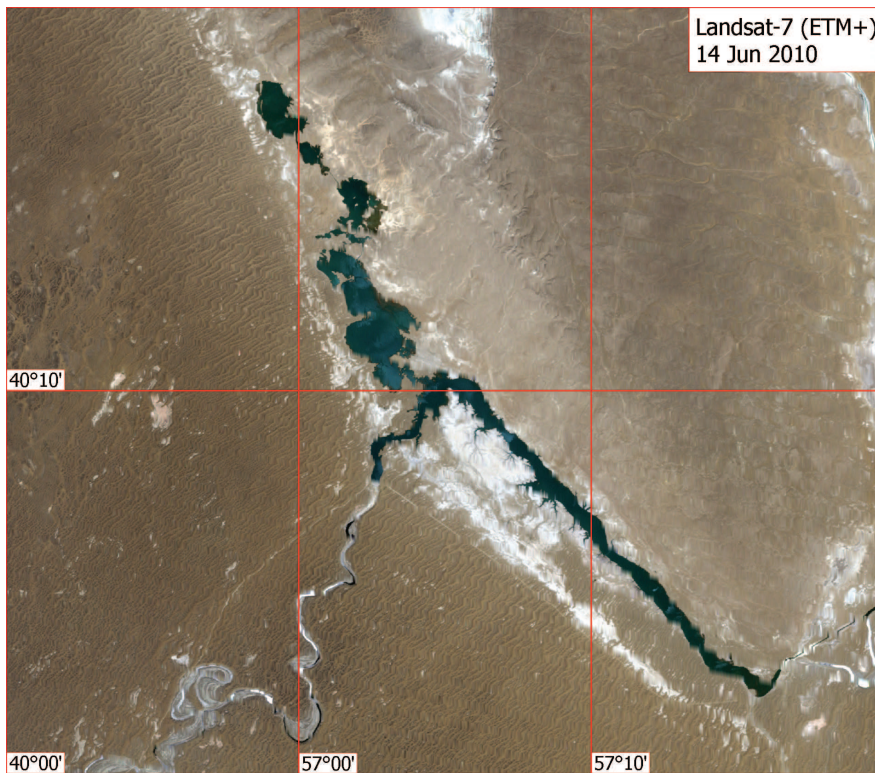


Рис. 5. Спутниковое изображение подводящего коллектора к югу от впадины Карашор, полученное спутником Landsat-7 (ETM+) 14 июня 2010 г.

На рис. 4 представлено спутниковое изображение южной части впадины Карашор и подводящих коллекторов, полученное спутником Landsat-5 (TM) 21 июля 2009 г., через 6 дней после пуска воды. В верхней части кадра хорошо видна южная часть впадины Карашор, дно которой частично покрыто солью (белый цвет). С северо-востока на юго-запад петляет сухое древнее русло Узбоя. В центре кадра виден 20-ти километровый участок коллектора, заполненного водой (черный цвет), который был построен на спрямленном участке русла Узбоя. В северо-западной части коллектор загибается на юго-запад и через 6 км заканчивается плотиной, которая препятствует распространению КДВ дальше по руслу реки.

На рис. 5 представлено спутниковое изображение подводящего коллектора, заполненного водой, к югу от впадины Карашор, полученное спутником Landsat-7 (ETM+) 14 июня 2010 г. 20-ти метровое разрешение снимка позволяет видеть даже структуру барханов окружающей пустыни. Сравнение рис. 4 и 5 позволяет сделать вывод о том, что за 11 месяцев на этом участке строительства произошло мало изменений, за исключением пропуска воды на северо-запад на расстояние 17 км. Пятнистый характер зеркала воды (темно-зеленый цвет) на этом участке говорит о том, что вода в сторону впадины Карашор поступает самотеком и последовательно заполняет естественные понижения рельефа местности, а не по прямолинейному коллектору, как это было на других участках в 2009 г. (рис. 4). Белые пятна на спутниковом изображении показывают обширные площади засоления земель.

На рис. 6 представлено спутниковое изображение южной части впадины Карашор и подводящих коллекторов, полученное спутником Landsat-7 (ETM+) 3 июля 2011 г. Сравнение рис. 5 и 6 позволяет сделать вывод о том, что за следующие 12 месяцев строительных работ на этом участке проекта произошли незначительные изменения, которые заключаются в том, что вода прошла еще 13 км на северо-запад, затопляя естественные понижения рельефа местности. Общая протяженность водовода, заполненного КДВ на этом участке строительства, составляет 50 км. Благодаря отложению соли на дне русла Узбоя, лента древней реки отчетливо просматривается на спутниковом изображении. В юго-восточном углу кадра просматривается подвод Транстуркменского коллектора. В северо-западном углу кадра отчетливо видно, что проведена подготовка 18-ти километрового участка коллектора, соединяющего затопленные участки местности с непосредственно впадиной Карашор. К концу декабря 2011 г. водовод севернее 40°20' с.ш. высох без существенной подпитки водой с юга.

### Заключение

Предполагается, что завершение строительства всех гидротехнических объектов Туркменского озера «Алтын Асыр» через 10–15 лет позволит решить следующие экологические и хозяйственные проблемы страны:

- 1) Прежде всего, будут собраны в единый поток все КДВ с орошаемых земель всех велаятов страны, что значительно снизит уровень грунтовых вод и улучшит мелиоративное состояние сельскохозяйственных земель. Сбросные воды не будут бесполезно затрачены на испарение и фильтрацию, а будут направлены в озеро для аккумуляции и дальнейшего вторичного использования.
- 2) Улучшится водообеспеченность 1,5 млн га пустынных пастбищ и увеличится их естественная продуктивность.
- 3) За счет снижения уровня воды в Озерном и Дарьялыкском коллекторах на 1,0–1,5 м будет обеспечен нормальный режим работы дренажных систем, улучшится солевой баланс орошаемой зоны Дашогузского велаята, снизится угроза разрушения транспортных коммуникаций.
- 4) Прекратится сброс в Амударью КДВ с орошаемых земель Лебапского велаята, в результате Туркменистан станет первым государством, прекратившим загрязнение вод этой реки.

- 5) Озеро окажет положительное влияние на качество воды в коллекторах и в самом озере, на флору и фауну окружающей территории, биологическую продуктивность водотоков и озера. Создание озера позволит использовать образовавшиеся емкости и трассы отводящих коллекторов для развития рыбного промысла страны. Сооружение Главного коллектора во многом будет способствовать улучшению деятельности прудовых хозяйств по разведению товарной рыбы.
- 6) В рамках реализации проекта создания Туркменского озера предусматривается развитие объектов рекреации и экологического туризма, транспортных коммуникаций, изменение всей инфраструктуры ныне пустующих территорий Каракумов.
- 7) Реализация намеченных мер позволит значительно повысить экологическую безопасность, создать условия для дальнейшего устойчивого развития и улучшения водоснабжения и, тем самым, здоровья населения всего региона.

При реализации такого крупного проекта возникает ряд вопросов и замечаний, особенно по экологии, ответы на которые может дать только комплексный подход к мониторингу строительства и эксплуатации Туркменского озера «Алтын Асыр», который в обязательном порядке должен включать постоянно действующий спутниковый мониторинг. С июля 2009 г. объединенными усилиями Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (г. Москва) и Морского гидрофизического института НАНУ (г. Севастополь) такой мониторинг ведется с помощью оптических сканеров среднего разрешения (250 м) MODIS-Terra и – Aqua, а также высокого разрешения (20 м) – Landsat-5 (TM) и Landsat-7 (ETM+) (Kostianou et al., 2010a,b; 2011a,b,c; Костяной и др., 2011a,б,в; Lebedev et al., 2011; Zonn, Kostianou, 2012). С началом заполнения впадины Карашор в состав мониторинга будут добавлены спутниковые альтиметрические измерения уровня водной поверхности озера (Лебедев, Костяной, 2005; Лаврова и др. 2011; Kostianou et al., 2011b), поскольку один из треков спутника Jason-2 пересекает северную (наиболее глубокую) часть впадины.

## Литература

1. Костяной А.Г., Лаврова О.Ю., Лебедев С.А., Соловьев Д.М. (2011а) Международное сотрудничество в области комплексного спутникового мониторинга – эффективное средство охраны окружающей среды Туркменистана // Труды Международной научной конференции “Международное экологическое сотрудничество Туркменистана: достигнутые успехи”, Ашхабад, Туркменистан, 21–22 ноября 2011 г., С. 147–150.
2. Костяной А.Г., Лебедев С.А., Лаврова О.Ю., Соловьев Д.М. (2011б) Спутниковый мониторинг вод Туркменистана // Тезисы доклада IX Всероссийской конференции “Дистанционное зондирование Земли из космоса”, Москва, 14–18 ноября 2011 г.
3. Костяной А.Г., Лебедев С.А., Соловьев Д.М. (2011в) Спутниковый мониторинг водных ресурсов Туркменистана // Тезисы докладов Школы-семинара ИКИ РАН “Спутниковые методы и системы исследования Земли”, 15–20 февраля 2011, г. Таруса.
4. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А., Митягина М.И., Гинзбург А.И., Шеремет Н.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. Москва: ИКИ РАН, 2011, 470 с.
5. Лебедев С.А., Костяной А.Г. Спутниковая альтиметрия Каспийского моря. Москва: «Море», 2005, 366 С.
6. Туркменское озеро «Алтын Асыр». Ашгабат, 2010, 104 с.
7. Kostianou A.G., Kosarev A.N. (Eds.) (2010) The Aral Sea Environment. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 2010. V7. 332 pp.
8. Kostianou A.G., Lebedev S.A., Solovyov D.M. (2010a) Satellite monitoring of the Altyn Asyr Lake and water resources of Turkmenistan // Abstracts, Int. Conf. “Science, Technique, and Innovation Technologies in the Epoch of Great Revival”, Ashgabad, Turkmenistan, 12–14 June 2010, V.1, P.388–391 (in

Russian, Turkmen, English).

9. *Kostianoy A.G., Lebedev S.A., Solovyov D.M.* (2010b) Satellite monitoring of water resources in Turkmenistan // Abstracts, 4<sup>th</sup> Coastal Altimetry Workshop, 14–15 October 2010, Porto, Portugal.
10. *Kostianoy A.G., Lebedev S.A., Solovyov D.M.* (2011a) Satellite monitoring of water resources in Turkmenistan // Proc. on CD, XV International Water Technology Conference, 28–30 May 2011, Alexandria, Egypt.
11. *Kostianoy A.G., Lebedev S.A., Solovyov D.M.* (2011b) Satellite monitoring of water resources in Turkmenistan // International Water Technology Journal, 2011, V.1, N1, P. 4–15.
12. *Kostianoy A.G., Lebedev S.A., Zonn I.S., Lavrova O.Yu., Solovyov D.M.* (2011c) Satellite Monitoring of Turkmenistan. Moscow, Signal, 2011, 16 pp. (in Russian and English).
13. *Lebedev S.A., Kostianoy A.G., Solovyov D.M.* (2011) Integrated satellite monitoring of the Turkmenistan water resources // Abstracts, 34<sup>th</sup> Int. Symp. on Remote Sensing of Environment “The GEOSS Era: Towards Operational Environmental Monitoring”, Sydney, Australia, 10–15 April 2011.
14. *Zavialov P.O.* Physical Oceanography of the Dying Aral Sea. Praxis Publishing, Chichester, UK, 2005, 146 pp.
15. *Zonn I.S., Kostianoy A.G. (Eds.)* (2012) *The Turkmen Lake Altyn Asyr and Water Resources in Turkmenistan*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 2012 (in press).



# The Turkmen Lake “Altyn Asyr”: satellite monitoring of its construction

A.G. Kostianoy<sup>1</sup>, I.S. Zonn<sup>2</sup>, D.M. Solovyov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences*

*36, Nakhimovsky Pr., Moscow, 117997, Russia*

*E-mail: kostianoy@gmail.com*

<sup>2</sup> *Engineering Scientific Production Center for Water Economy, Reclamation and Ecology*

*«Soyuzvodproject»*

*43/1, build.1, Baumanskaya Str., Moscow, 105005, Russia*

*E-mail: igorzonn@yandex.ru*

<sup>3</sup> *Marine Hydrophysical Institute, National Academy of Sciences of Ukraine*

*2, Kapitanskaya Str., Sevastopol, 99011, Ukraine*

*E-mail: solmit@gmail.com*

This paper provides an overview of the construction of an artificial lake “Altyn Asyr” in Turkmenistan, and the results of satellite monitoring of its construction, which we started in July 2009. The lake is created in a natural Karashor Depression, located in the northwestern part of the country. The project is very important for agriculture and water resources of Turkmenistan, as the lake will gradually be filled with drainage waters, collected in the system of canals from irrigated lands of several velayats (provinces) of the country. This will reduce salinization of soils. Satellite monitoring is carried out using optical scanners of moderate resolution (250 m) MODIS-Terra and –Aqua, as well as of high resolution (20 m) - Landsat-5 (TM) и Landsat-7 (ETM+).

**Keywords:** Turkmenistan, Turkmen lake, Altyn Asyr, satellite monitoring, water resources, collector-drainage water.