« EUROPE-INBO 2012 » 10TH EUROPEAN CONFERENCE ON THE IMPLEMENTATION OF THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE

ISTANBUL - TURKEY, 17-19 OCTOBER 2012



"Mathematical models for water resources management in the Aral Sea Basin: review and prospects"

Mikhail Kalinin

Remedies

Many regions of the world face reduction of stocks of natural water resources due to quickly increasing population and, therefore, growing demand for water.

Central Asia (CA) is the 7th biggest area in the world including 5 states (Kazakhstan, Kyrgyz Republic, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan) and there are considerable areas of irrigated lands (7,95 million ha) which play an important role in economy. CA has a big water and energy potential.







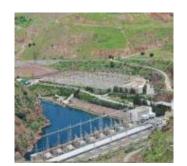
80 water reservoirs with capacity of 60 km³ and 45 hydro-electric power plants with general capacity of 34.5 GW have been constructed within the Aral Sea basin. Capacity of every power station varies from 50 to 2700 mW.

The Nurek HPP with capacity of 2700 mW (at the Vakhsh River in Tajikistan) and Toktogul HPP with capacity of 1200 mW (at the Naryn River in Kyrgyz Republic) are the largest hydroelectric power plants. Hydro-energy makes 27.3 % from average consumption of energy. The most hydro-energy is developed in Tajikistan (about 98%) and Kyrgyz Republic (about 75 %), the least hydro-energy is developed in Turkmenistan (1 %).

Annual volume of surface runoff of such largest rivers as Syr-Darya (36.625 km3) and Amu-Darya (79.396 km³) essentially changes according to a season and year.

Ground water resources in the region are estimated as 31.17 km³ including 14.7 km³ in the Amu-Darya basin and 16.4 km³ in the Syr-Darya basin.









Basic problems

Simultaneous growth of population and areas of irrigated lands led to the world known Aral disaster.

There are the following specific indicators of a disaster: deterioration of the population health, increase of infant mortality rate, the Aral Sea drying, reduction of biological diversity, transfer of salts and dust from the drained bottom of the sea, loss of pastures, fish stocks and areas of humidified territories.

Until 1960, the Aral Sea square was about 67 000 km³. According to this indicator it was the 4th internal water object in the world. Now the Aral Sea doesn't exist as a single water body. Its area has decreased in 7 times and water volume has grown down in 13 times.



July - September, 1989

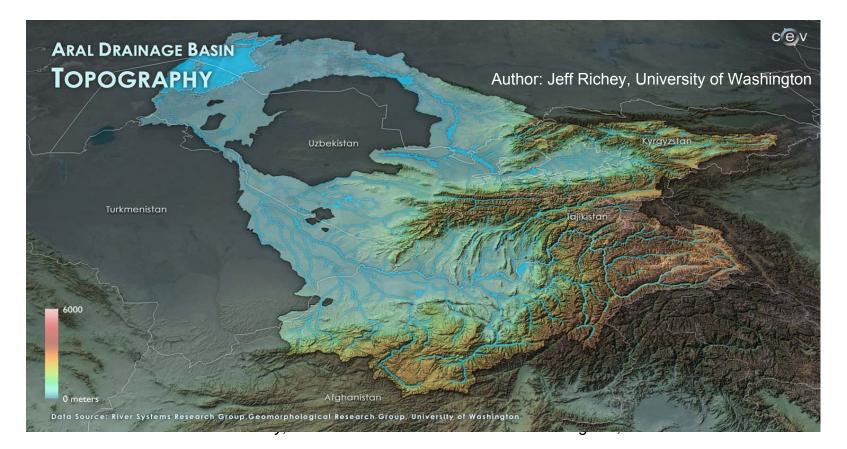
October 5, 2008

General characteristics of types of models revealed in the countries of Central Asia

Country	Objects of models	Quantity of models						
Kazakhstan	Ground waters in the context of connection with surface waters + Surface water and economic aspects	8 + 1						
Kyrgyzstan	Hydroelectric potential							
	Mountain lakes							
	Surface waters: Issyk- Kul Lake							
	Surface waters: irrigation							
	Glaciers and river flow	1						
	Mountain glaciers	3						
	Snow covering	1						
	Ground waters	3						
	Relief	1						
	Moisture circulation and soil moistening	2						
	Forests	1						
Tajikistan	Surface waters. River flow.	1						
	Surface and ground waters, hydroelectric power plants	complex						
Uzbekistan	Surface and ground waters, hydroelectric power plants	1						
	Hydroenergetics							
	Surface waters: the Aral Sea aquatory	2						
	Surface waters: canals, irrigation							
	Surface waters: optimization of water reservoirs work	1						
	Surface waters: hydrological forecasts							
	Water operational balance of the river basin							
	Surface waters and economic aspects							
	Surface and ground waters							
	Ground waters	1						

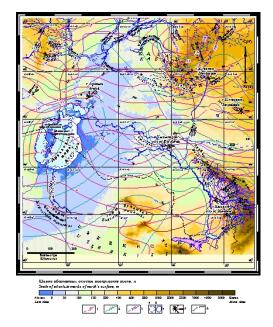
Models reviewed

1. NIBADSS	2. ASB MM	3. EPIC	4. TWEP-NAPSI	5. Syr-Darya Real-Time RBM	6. MMTB	7. ASBOM	8. Aral-DIF	9. Economic Allocation	10. Public Domain
(Kazakhsthan w /UNDP) Nura Ishim River Basin Management Project Integrated Water Resources Planning Decision Support System	(EC-IFAS w/ UNDP-GEF) Aral Sea Basin Management Model	USAID w/University of Texas/IFPRI) USAID Environmental Policies and Institutions for Central Asia Optimization Model	(Kyrgyz Republic w/USAID) Transboundary Water and Energy Project-North America Syncrophasor Initiative	(Kazakhstan w/Denmark) Water Management and Simulation System (WMIS)for Syr Darya	(Tajikistan) Mathematic al Modeling on transbound ary basins	(SIC-ICWC w/ UNDP/GEF) Aral Sea Basin Optimization Model – (the Haskoning Model)	(World Bank w/University of Washington) Dynamic Information Framework – Variable Infiltration Capacity - Aral Sea Basin Earth Systems Model	(USAID w/ EC-IFAS) Economic Valuation of Water	USA Variety of public domain models prepared by US Army Corps of Engineers US Geologic Survey Private Sector



Examples of models in Kazakhstan.

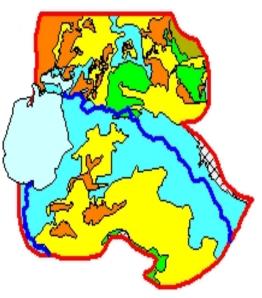
Territory of the East Sub-Aral area

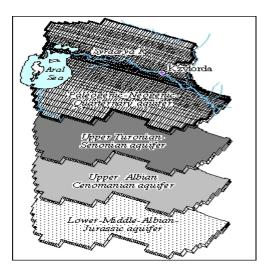


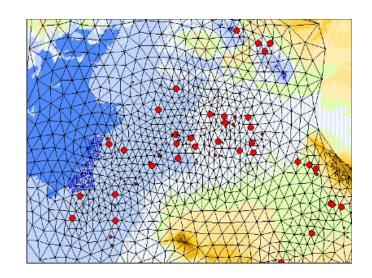
Водный баланс Аральского моря, км³/год (по материалам КазНИГМИ, КазНИИМОСК, [212]) Aral sea water balance, km²/year (as of the materials of KazNIGMI, KazNIIMOSK, [212])

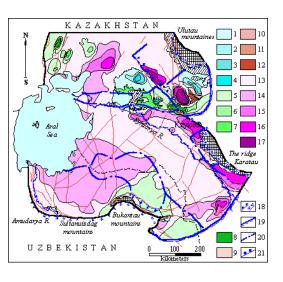
	Приз Adve		Потери воды на испарение	Баланс Balance	
Период, годы Period, years	Сток Discharge	Осадки Precipitations	Water losses for evaporation		
1911-1960	56,0	9,1	66,1	-1,0	
1961 -1970	43,3	8,0	65,4	-14,1	
1971 - 1980	16,7	6,3	55,2	-32,2	
1981 - 1990	3,9	6,2	43,7	-33,6	
1991 - 1994	21,0	4,6	33,6	-8,0	
1995 - 2002 *	4,81**	3,5	28,6	-20,29	

*оценки ИГТ МОН РК, **приток в Мапое море. * estimation of IGG MON RK, **advent into Small sea.



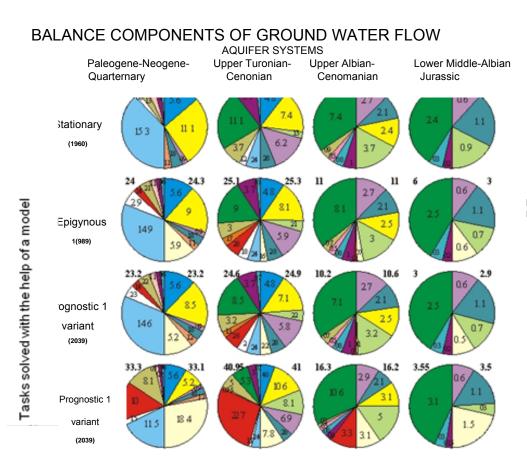


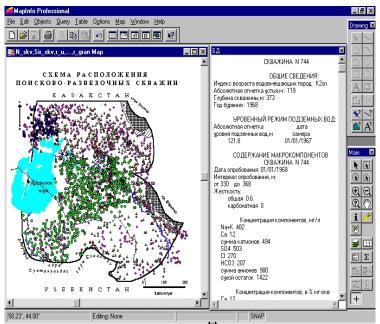




Results of modeling of ground water resources of the East Sub-Aral area

(over an area more than 450,000 km²)





Left part of the diagrams – expense items, right part – receipt items, m³/sec. Numbers in the diagrams – amounts of expense and receipt items, m³/sec. Expense items <u>Receipt items</u>

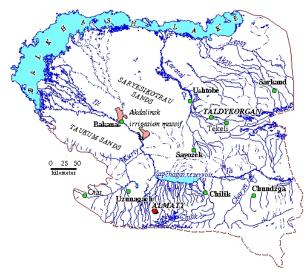


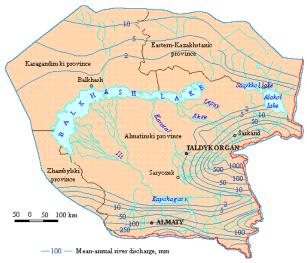
Areal delivery
inflow from the lower aquifer system
inflow from the upper aquifer system
inflow within the external boundaries of the 1 st type
inflow within the external boundaries of the 2 nd type
inflow within the internal boundaries of the 1 st type
evacuation of natural resources

Model of the large internal-drainage South Sub-Balkhash Depression

Hydrographic network of the South Sub-Balkhash area is presented with the rivers IIi, Karatal, Aksu and Lepsy with their numerous tributaries.

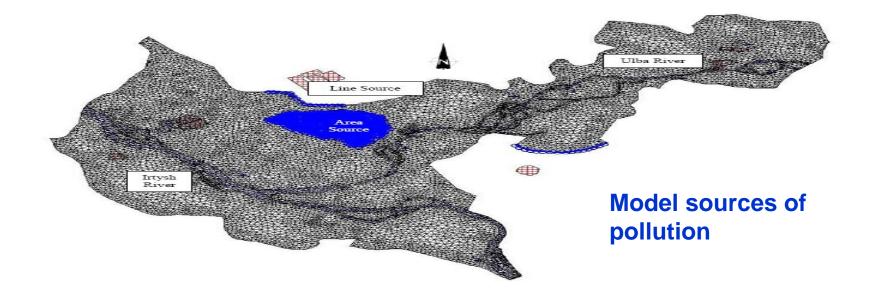
The Ili River gives about 80% of the whole water discharge of Balkhash Lake, including 70% of water discharge forming in the territory of China where intensive development of agriculture invites danger of further reduction of water discharge to Balkhash Lake.





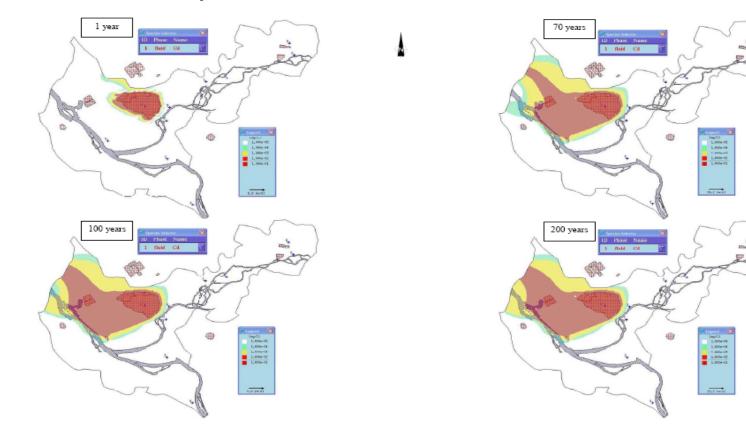
Modelling of ground water filtration and mass transfer of contaminants near the city of Ust Kamenogorsk

Estimation of alternative variants of quality management of the polluted underground waters on the basis of updating of numerical model of ground waters filtration and mass transfer executed by the Wismut (2005) on the basis of results of field and laboratory researches carried out by the SNC-Lavalin International Inc in 2009.



Modelling of ground water filtration and mass transfer of contaminants near the city of Ust Kamenogorsk

Model plumes of cadmium and selenium are moving towards the Oktyabrsky water intake and the Irtysh River and these plumes will reach them less than in 70 years



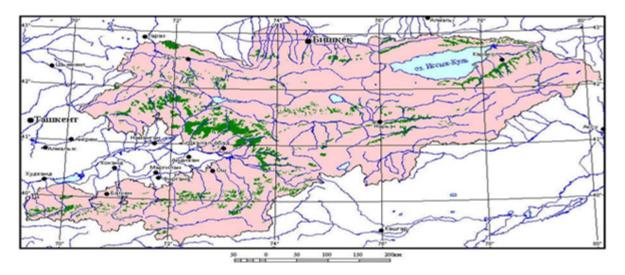
New regional model in Kazakhstan (IFAS)

BEAM - Basin Economic Allocation Model

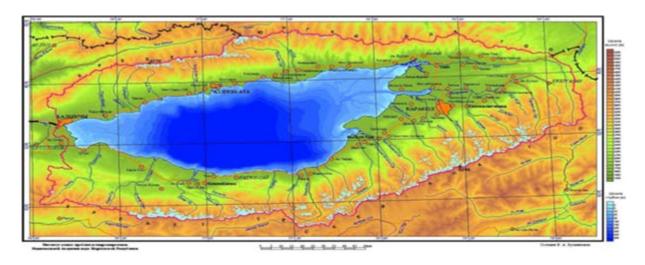
In 2012 DHI and COWI, in cooperation with the Global Water Partnership CACENA, develop an economic model for water use in the Aral Sea Basin on behalf of the International Fund for Saving the Aral Sea (IFAS). The project is funded by USAID.

- The model is developed on the basis of a comprehensive analysis of the economic value of the integrated use and conservation of water resources in the Aral Sea Basin. It shall serve as a decision support tool to policy makers in the region.
- It will assess the economic value of various allocations of water by countries (especially, Kazakhstan, Kyrgyz Republic, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan) and sectors (agriculture, energy, industry, domestic and nature).

Examples of models in the Kyrgyz Republic: Model of Forests



Model of the Issyk Kul Lake basin



Mathematic "IRRIGATION" simulation system

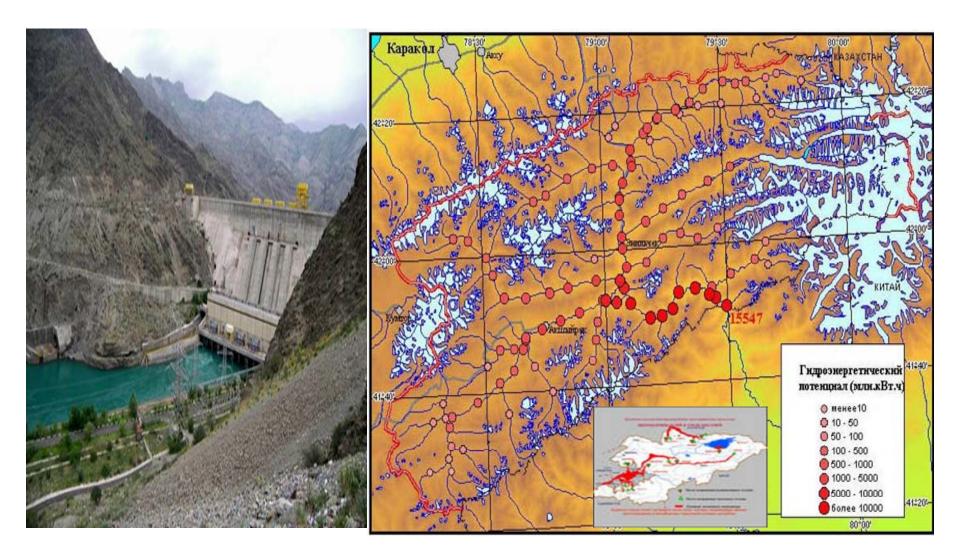
Interface of the "Irrigation" model by A I Golovanov

Введение			🛤 Выбор вариантов	
Программа '	ПОЛИВ", автор А.И.Голованов 💦 🤰	Amp 153-96-28	Варианты расчета	 Вывод результатов
	Программа позволяет: м поливов для одного года или совокупности лет й режим полива, водообмен и продутивность;	π;	 Расчет режима полива 	Через декаду Полого комисто
3) оценить водный (режим и продуктивность в естественных услови: тетры дренажа при осушении.	(AX)	 Оценка режима полива, во- дообмена и урожайности 	🖸 После каждого полива
с указанием года, количества	айте свою дирректорию, например:С:\Zapov. В н здней с осадками в году, суточного количества о	осадков и дат выпадения).	С Естественный режим, осуше- ние	🔲 В конце каждого года
жностью воздуха в%, присвой	имер: OsZapov.txt. Поместите также файл со сре те ему имя, например: TvZapov.txt. Образцы эт	тих файлов даны в прило-	- Учет способа полива	
ии к программе.	щией формируется автоматически в процессе ее	e BRODA VEMO EMU HADO DDV+	При расчете режима поливов поли норма задана (дождевание) или уст	вная 🕞 Дождевание
ить заранее, например: С:\Za	роу\InZap_01.txt. При многовариантных расчета C:\Zapov\InZap_00.txt. В файле C:\Zapv\InZap	ах можно загрузить файл	вливается автоматически, исходя из делов регулирования влажности по (поверхностный полив)?	пре- Какой нормой?(мм) 5(
Исходную ин		1	- Учет пргоноза осадков при назнач	
Сохрани	ить после C:\VESUVL_N\InVod_1N.txt	Готово ?	Учитывать прогноз выпадения осадки очередного полива?	г да
Введите имя файла с	o.jzaportoszaportok	1	При оценке режима поливов задать ч сутках, считая от начала теплого перио,	
Введите имя файла с рой и влажностью во	задуха:	Готово ?	Число поливов 3 Сроки поливов \$036\$044\$056\$07	78\$099\$109\$123\$134\$156\$168
	Водораздел Глубокие грунтовые вод	ы	Поливные нормы, мм \$51\$42\$53\$	53\$55\$66\$58\$63\$53\$57\$43\$0
-	nutaroe: C.\Zapuv/rZap_00.txt		\$-это не доллар, а разделитель д	ля формата ввода. Понял, да?
200	ΧΕΛΑЮ ΥCΠΕΧΑΙ ΠΟΕΧΑΛΝ			
		Krantu	一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一	NEE> Hasadi
c	Suna Comm	Kypeertei Kyrypa	СТОТОВО?	лее> 🧖 Назад!
c	Suna Comm			
c	Suna Comm		Климат Введите число лет с климатическиеми даневыми, на	
c	Suna Comm		🗣 Климат	мало теплого периода и его сяцак по 30 суток]
c	Suna Comm	Крументы Кутурса Тал Каражол	Климат Ведите число лет с климатическием данными, н продолжительность в сулкай считайте во всех не Пет 30 Тельки период с 11. Веда ссадкое, подсчет на контрольной сулями, ра	чало теплого периода и его свам по 30 сугок) 03 Его длина 250 суг
c	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Климат Веарите число лет с климатическиеми данењими, на прадолжительность в суткая (считайте во всех не Парадолжительность в считайтеле в суткая	чало теплого периода и его свам по 30 сугоч!) 03 Его длина 250 суг учет сумиарито испарение по Иванову ениятиспарение- осадки остигого стока 1.0000
c	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Климат Ведите часло лет с кленатическиени данныен, на прадолантельность в сулсай (считайте со всех не прадолантельность в сулсай (считайте со всех не прадолантельность в сулсай (считайте со всех не все оправод стали с с с с с с с с с с с с с с с с с с с	кало теплого периода и его опака по 30 сутой за [го дина [250 сут] чет суникарного испареная по Иванову екичного стока
c	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Климат Веарите число лет с климатическиеми данењими, на прадолжительность в суткая (считайте во всех не Парадолжительность в считайтеле в суткая	чало теплого периода и его ояцах по 30 суток!) 30 Его дляма 250 сут тепт суринарного испорячия по Изанову инити-копарника содаки востиого стока. востибло стока. воспобла содаки востибло стока. 200 – 10000 воспоблавани содаки воспоблавани содаки 1.0000
c	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Климат Ведите число лет с клинатическини данныни, на продолжительность в сулкай (синтайте во соек не продолжительность в силкай (синтайте во соек не ведите срединет одосое увлажитение ведина соединов за все годы) К сеедению: характелерие в собы по ов	нало теплого периода и его оздак по 30 сутокі) 03 Его дляна (250 сут анияністаренне осарин остатог стоку силареная по Исанову внияністаренне осарин остатог стоку (10000) учета экспранция (слоотьа респобляна (200) на (просерита) (1130)
C 10 C Vencapuor Tama Vontan dr 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Климат Ведите число лет с клинатическини даневыни, на продолжите выкость в сулкай (синтайте во всех не водолжите выкость в сулкай (синтайте во всех не водолжите выкость в сулкай (синтайте во всех не водолжите водол до Толака) Ведите суланевиист велициона с толака Костезницете прадиции осадкое для учета поверов Костезницете прадиции телипротратиро водука для Ведите сулинае сданове за все годы) Коседении сулина осадкое за все годы Коседении сулина соданове за все годы Коседение Осадкии Испарен Цейници Год Хобеспер Осадки Испарен Цейници	мало теплого периода и его сяцая по 30 супок!) 30 грго дняя 30 грго дняя за Грго дняя секторо испарения по Иванову истаго стока истаго стока истаго стока и пороерьте! 1000 веснойсьми 200 на просерьте! 1000 вескойскими силона персообеслеченностии Обром год. 105
C 10 C Vencapuor Tamus Von Lan 0	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Климат Врадите число, пет с клематическием даевыни, на правла создков, пладочет им контрольной сумпы, рас воздков, пладочет им контрольной сумпы, рас воздков, пладочет им контрольной сумпы, рас воздкование разушим создкое для учета повером Козфенцием Градуции создкое для учета Козфенцием Градуции создкое для учета Козфенцием Создкое для учета Козфенцием Создкое для учета Козфенцием Градуции Создкое создкое для и создкое для и Создкоенсе Создкое для и Создкоенсе Создкое для и Создкоенсе Создкоении Создкое Козфенцием Испарем Создкое для и Создкоенсе Создкоении Создкоение Создкоенсе Создкоении Создкоенсе Создко	нало теплого периода и его сяцах по 30 суток!) 33 Его дляна (250 сут чет сунарного испарения по Иванову остиго с отка. (250 сут веснойлина (200) веснойлина (200) веснойлина (200) павообеслеченности Бром год. 105 Сранзериов год.25%
C 10 C Vencapuor Tarea Vortan dr 10	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Кинмат Редалтся число, пот с клинатическным далевыми, на парадите планость в супках (считайте во вося ки- пет 30 Теплый период с 11. Веда осадисе, подскет их контрольной сумны, раз соотвежинет редукция осадкое для учета поверя Козерчиниет редука и разна осадкое для учета поверя Козерчиниет редукция осадкое для учета осадкое для учета поверя Козерчиниет редукция осадкое для учета поверя для учета на и чета и чета и	нало теплого перияда и его свыж по 30 суточ] 33 Его дина (250 сут) эет сунизрного испарения по Иванову еканиспарение соадич востного стока: веснойцие склона веснойцие (склона веснойцие) павосбеспечениестии рана сосбастачениестии рана собъеспечение соадич павосбеспечениестии рана собъеспечениестии рана собъеспечение со дах Среднев тод. 50% Среднев сод. Собх
C 10 Cr Vencapuos Tamus Von tan dr no	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Климал Ведите часло лет с клинатическиени данныни, на прадолантельность в сутках (снятайте во воси не соотехничет редукции осадкое для учета поверов Коотехничет редукции телипратриво воздия для Ведалге среднет сдосое увлажиение Соотехничет редукции телипратриво воздия одля Ведалге среднет сдосое увлажиение Соотехничет редукции телипратриво воздия для Коотехничет редукции телипратриво воздия для Соотехничет редукции телипратриво соодилов за все годих Соотехничето Содики Исперен Деякиит Прита 25 405 1254 849 1983 75 363 1078 715 1988 90 445 1150 665	мало теплого периода и его сяцая по 30 суток!) 30 Гего диная 250 сут этег сунимарного испарения по Иванову еканикаларение осадии истаго стока: 1.0000 учега экспозиция силона веснобилия 200 ни (проверьте!) 11300 павеобес <i>печенности</i> Среднегодиой год.25% Гот о в о Гот о в о
C 10 C Vencapuor Tarea Vortan dr 10	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Климат Врадите число лат с ланалтически за азерьни, на врадите число лат с ланалтически за азерьни, на врадите число лато с ланалтически за азерьни, на врадите срането до поста с ланалтически за азерния во составлика соста с ланалтически за азерния во составлика соста с ланалтически составлика и составлика во составлика составли составло алекторита на ведите сранетодорое дипахи историта составло до поста во составлика составли составло алекторита на ведите сранетодорое дипахи историта составло до поста на воста составлика и составло алекторита на воста составлика составли составло алекторита во составлика составли составли составли составли составлика составлика составлика составлика составлика и составло алекторита во составлика составли составли составли составлика и составлика составлика составлика составлика и с	чало теплого периода и его овцая по 30 сугок) 33 Его дляна (250 суг экиен-солдина экиен-солдина экиен-солдина экиен-солдина солдона весной-ина (проверно1) 10000 весной-ина 200 акиен-солдина солдона
c	Suna Comm	Каражол	Климал Ведите часло лет с клинатическины данныны, на прадолжительность в сутках (синтайте во соем не прадолжительность в синтах (синтайте в синтах (синтах (синтайте в синтах (синтах (си	кало теплого периода и его оваак по 30 супок) 30 [гго алиак 520 суг чет сунимарного испарения по Иванову екензикаларение осадич изотного остока: 1.0000 учета экспозици оклона веснойдими 200 неоснотока: 1000 учета окронации оклона павообеспеченностии Средине окрана Ваканская то д. 25% Средине окрана Средине окрана Ваканская то д. 25% Средине окрана Средине окрана Сред
C 10 C 10 Cr 10 cr	Булан-Соготту Чолпон-Ата Корчал Бысан Со Со С	Каражол	Китмат Ведиле кача с славатическием даневами, на ведиле спаста с славатическием даневами, на ведиле спаста с славатическием даневами, на ведиле спаста с славатическиеми даневами, на ведиле спаста с славатическа с с славатическиеми даневами, на ведиле спаста с славатическиеми даневами, на ведиле спаста с славатическа с с славатическиеми с с славатическиеми с славатически с славатическиеми с славатическиеми с славатическ	чало теплого периода и его свазя по 30 сугос!) 03 Его дляна (250 суг экет суннарного испарения по Иванову еконосторо стока: 10000 весноблян (200 весноблян

DLE-NEWS.RU

KADKH-Can

Model of hydroelectric potential assessment



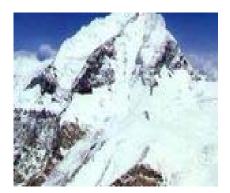
Example of regional model in Uzbekistan (SIC ICWC)

ASBmm software includes the following:

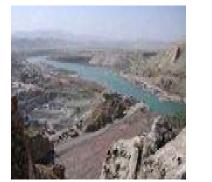
1.Water Resources Distribution Model (WAM)

- 2. Planning Zone Model (PZM)
- 3. Social and Economic Model (SEM)
- 4. Package of the water ecosystems models
- 5. Database
- 6. Control program
- 7. User web-interface







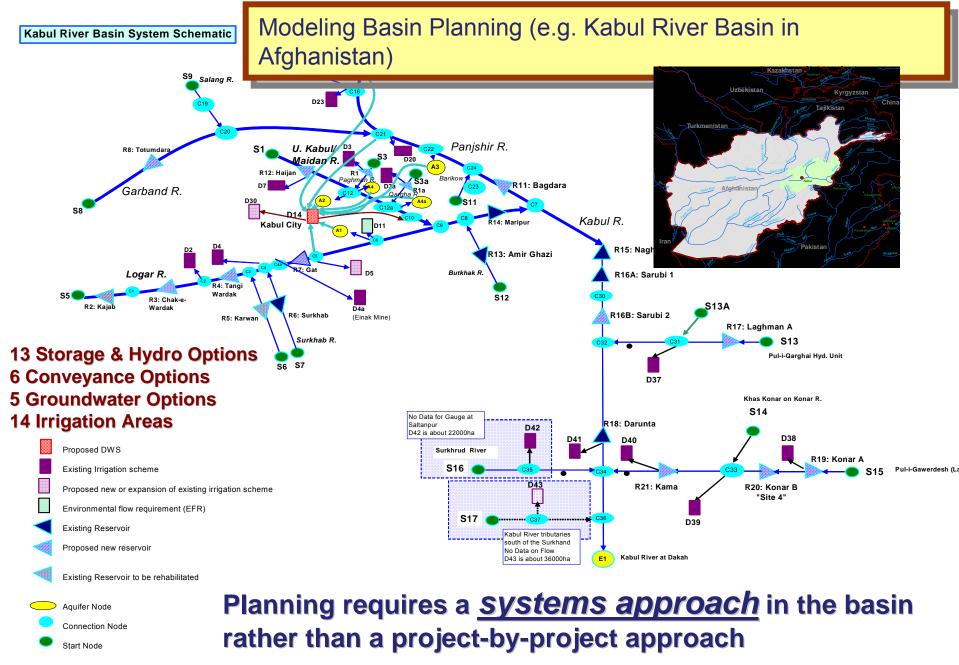




Results of the Comparative Analysis

	1 1	2	2	4	-	6	7	0	0	10
Model / escriptor	1. NIBA-DSS	2. ASB MM	3. EPIC	4. TWEP- NAPSI	5. Syr-Dary Real- Time RBM	6. MMTB	7. ASBOM	8. Aral-DIF	9. Economic Allocation	10. Public Domain
ectors red; essing ite change	No water quality or climate change. But upgradable	Agriculture, irrigation, drainage, hydropower, domestic water supply. Limited flood simulation.	Only flows & salinity. Some irrigation, reservoirs, and hydropower. No ecology or climate change	Hydropower and irrigation reservoir rules. No demands.	Hydropower demand, irrigation demand, conjunctive use, reservoir operations; Real-time climate change. No water quality	Strong hydropower. Rigid subsector demands or climate change.	Agriculture, irrigation, drainage, hydropower, domestic water supply. Limited flood simulation. But upgradable	Limited to flood routing and basin water balance. No irrigation, water quality, hydropower. But upgradable	Balancing irrigation, hydropower, environment flows, domestic and industrial uses. Limited/no hydrologic/ spatial modeling or multiyear reservoir operation.	Ecosystems & hydrology. No hydropower or irrigation.
ooral ution ning con)	Monthly	Monthly	From day/hour to year/decade	Short-term. Time travel limited	Real-time management.	Daily; But time travel limited	Daily (hourly doable)	Daily (hourly doable)	Monthly	Likely long term
al coverage; bility	Only Nura Ishim, Balkhash Lake, Alakol Basin and tributaries	Both rivers (Aral Sea Basin)	Both rivers	Syr-Darya reservoirs only. No Basin nor national boundaries	Only Syr Darya Basin; scalable (Amu Darya under development)	Aral Sea Basin with more focus on Syr- Darya (& more basin than national)	Both rivers (Aral Sea Basin); scalable	Both rivers (Aral Sea Basin); scalable	Both rivers; scalable	Needs major work to cover CA both basins
nization or lation; and ain goal.	Optimization. Economic allocation of water amongst municipal, industry, irrigation, environment.	Optimization; Economic inter- sector water allocation. More educational.	Optimization. Minimizes salinity and water deficits.	Simulation. Reservoir operating rules for reliable irrigation and hydropower.	Simulation Short-term only. Long- term needs added module. Flood management and allocation.	Simulation & cross-nation optimization. Hydropower and related reservoir operation.	Optimization (after several simulations). Economic inter-sector water allocation.	Simulation. Flood management and allocation.	Optimization. Maximizes return on investments per country or per sub- basin zone	Usually simulations
of data ss (including alibration)	Data needed for calibration and validation	Relatively yes. Based on CAREWIB database	Unclear database	Relatively yes. Main source is National Hydromet Services.	Remotely- sensed. But Radar altimetry data need agreement with European Space Agency (not cost free).	Data collection needed	Relatively yes. But data needed for calibration and validation	Relatively Yes. Mostly remotely- sensed.	Relatively Yes. (needs mostly Meta data)	Data collection needed
ssibility at mal and nal levels	Based in Kazakhstan (SCWR). Relatively accessible	SIC ICWC	Relatively accessible	USAID owned	Danish Technical University. Not based in CA. But can be procured at	Academy of Sciences of Tajikistan	SIC ICWC; potentially accessible	Accessible	EC-IFAC owned. But soon will make it public domain	Accessible

Authors: Daryl Fields , Ahmed Shawky, Martha Jarosewich-Holder. Hiromi Yamagochi, The World Bank



Author: Nagaraja Rao Harshadeep, The World Bank

wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2010/04/12/000333037 20100412001029/Rendered/PDF/522110ESW0Whit1anistan0Final0Report.pdf

http://www-

Conclusions

1. Review of models represented in the presentation shouldn't be considered as absolutely full. It can be considered as preliminary but, nevertheless, it gives an idea of the basic types of models and databases in the field of water resources and water-power engineering available in the countries of Central Asia. In total, about 50 models have been presented.

2. Different organizations developed various models in the region of the Aral Sea basin during various time. Objects of modeling included rivers, water reservoirs, lakes, ground waters, irrigation areas and water economic complex of the whole river basin. There were also developed models of objects influencing water resources formation (glaciers, relief and forests) and using water resources (for example, models of hydroelectric potential estimation).

3. In some countries models in the field of water resources and water-power engineering are not available (because they were developed a lot of time ago and then lost – as, for example, in Turkmenistan). In a number of the countries the models of estimation of fresh ground water resources and stocks are not available because of privacy reasons.

4. The executed inventory of databases and models has shown that 2 regional models of the Syr-Darya and Amu-Darya Rivers basins stored in the SIC ICWC (model **ASBmm)** and in IC IFAS (model **BEAM**) can be the most useful to create a model of decision-making for the territory of the Aral Sea basin. At the same time practically all other models should be considered as a database.

5. In the process of inventory a lot of experts (developers of models) and users of these models (representatives of the ministries) stated that if the World Bank in the future developed a single model for the whole region each country should have such a model.

6. In the process of development of the Aral Sea basin model, it should include initial data of every particular country which all states can entrust to. There should be confidence to the software product as well. The results of modeling can be considered as an authentic basis for making every possible decision only subject to these conditions.

7 A coherent idea of benefits and losses of each state which can be received as a result of creation of new model of the Aral Sea basin is one of really possible ways of meeting of the minds and development of cooperation between the states concerning joint management of water and energy resources of the basin.

Thank you for attention

kamu@tut.by

