



Institute of Remote Sensing and Digital Earth
Chinese Academy of Sciences

Измерение воды с неба:

Система ETWatch и ее применение

Ву Бингфанг

Ph.D. Профессор

wubf@radi.ac.cn

14 мая, 2014г.

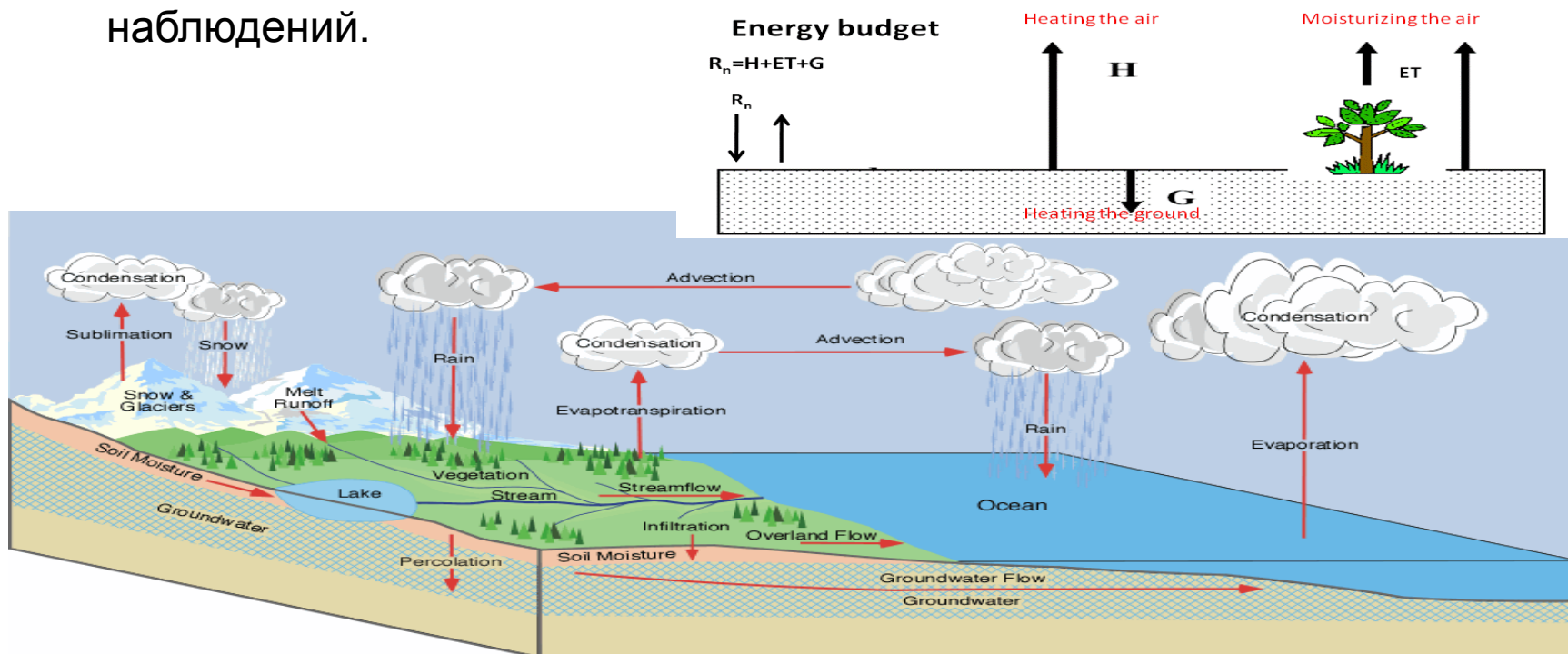


Эвапотранспирация (ЭТ)



Эвапотранспирация : транспирация растительного покрова и испарение воды из почвы

- ЭТ –это фактическое потребление воды.
- ЭТ – это важный сегмент круговорота воды.
- ЭТ одинаково важна для количества осадков, так и для гидрологических наблюдений.





ETWATCH

ETWatch – операционная ЭТ система дистанционного зондирования

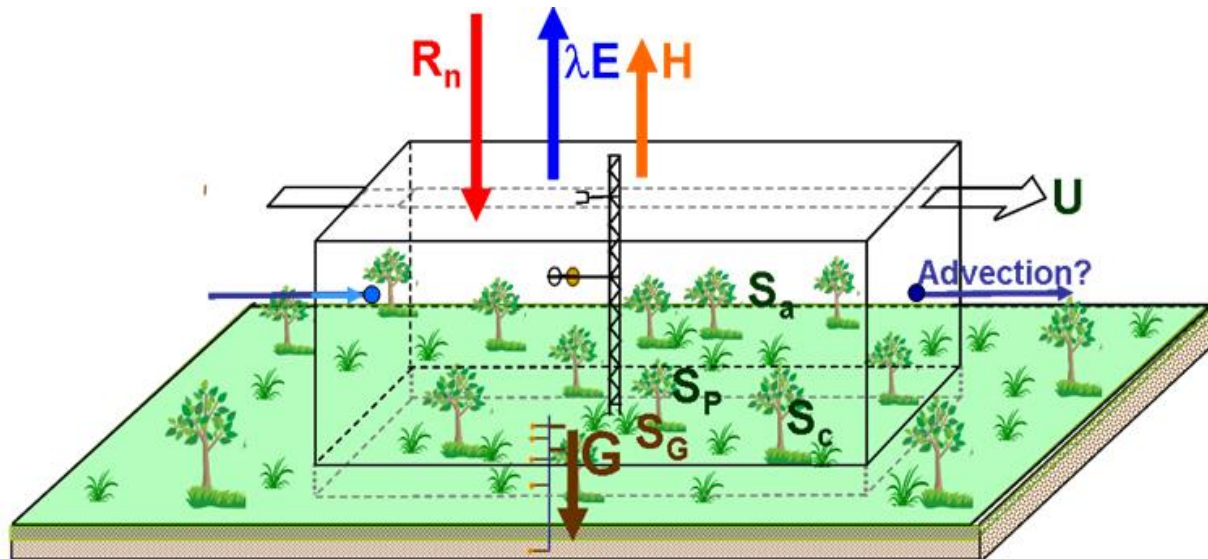


- Валидация ETWatch с использованием полевых измерений в различных видах местностей: Исследование ситуации в бассейне р. Хай, в Китае, «Журнал гидрологии», 436–437 (2012г.)
- ETWatch: Модели и методы. Журнал дистанционного зондирования, 2011г., 15(2)
- ETWatch: Методы калибровки. Журнал дистанционного зондирования, 2011г., 15(2)
- ETWatch: Метод многоуровневой интеграции ЭТ данных. Журнал дистанционного зондирования, 2011г., 15(2)
- Оценка и валидация испарения с поверхности земли путем использования дистанционного зондирования в Северном Китае. IEEE Журнал избранных статей в прикладном наземном наблюдении и дистанционном зондировании. Конференция/ Специальное издание. 2010г., 3(3)
- Метод баланса потребления воды и его применение. Журнал дистанционного зондирования, 2011г., 15(2)
- Оценка эффективности использования сельскохозяйственных вод и ее применение. Журнал дистанционного зондирования, 2011г., 15(2)

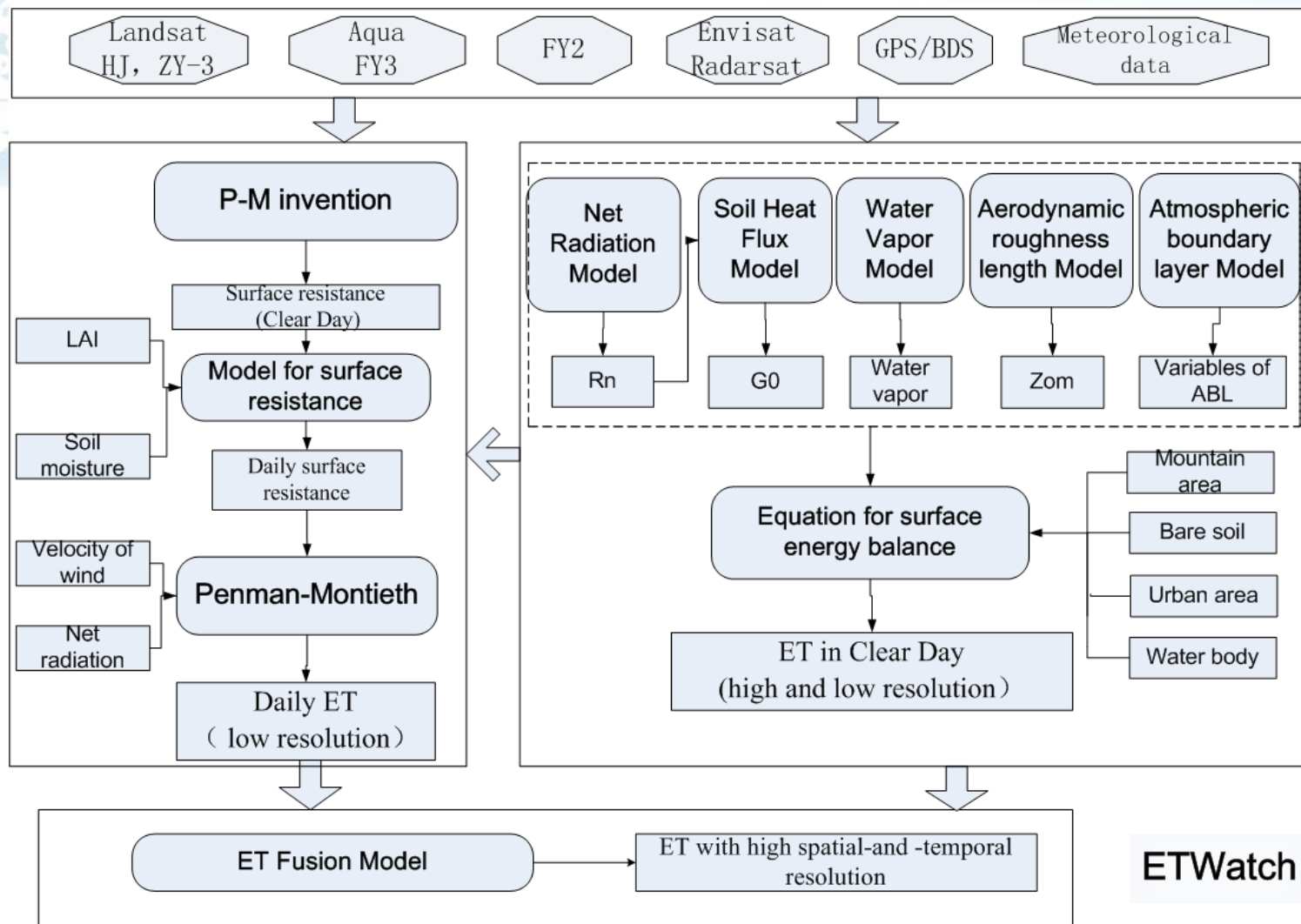
Новые модели в ETWatch



- Элементы в энергетическом балансе поверхности:
 - Модель спектра интенсивности излучения
 - Модель потока тепла в почве
 - Аэродинамическая неровность
 - Атмосферный пограничный слой
 - Ежедневное сопротивление почвы(R_s)



ETWatch – операционная модель дистанционного зондирования



Параметр	Описание	Источник	Ясный день	Облачный день
Rn	Результирующая радиация	RS+Метео	○	○
G	Поток тепла в почве	RS	○	×
rs	Сопротивление почвы	RS+Метео	○	○ С моделью сопротивления почвы
es	Упругость насыщенного пара	Метео	○	○
ea	Давление водяного пара	Метео	○	○
ra	Аэродинамическое сопротивление	Метео	○	○
Z0m	Длина аэродинамической неровности	RS	○	×
NDVI	Стандартизированный Индекс Различий Растительного Покрова (НДВИ)	RS	○	○ С моделью S-G
LST	Температура поверхности земли	RS	○	×
Albedo	Отражательная способность поверхности солнечного излучения (альбедо)	RS	○	○ С методом фильтров
LAI	Индекс листовой поверхности	RS	○	○ С LAI-NDVI
Метео параметры	Относительная влажность, скорость ветра, кол-во часов солнечного сияния, атмосферное давление, температура воздуха	Метео	○	○
ABL	Температура воздуха, скорость ветра, атмосферное давление и влажность пограничных слоев	RS	○	○

Метод ежедневной оценки спектра интенсивности излучений



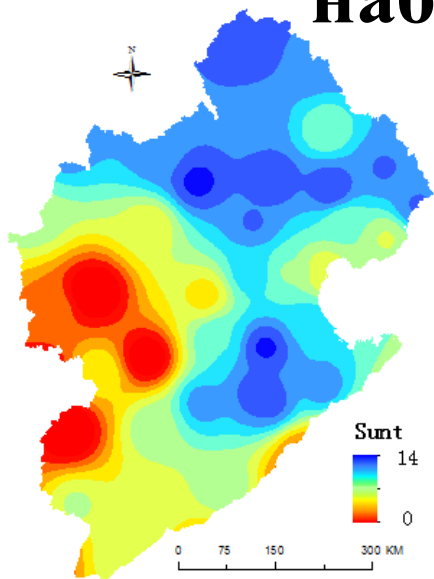
Sunshine Factor (SF) base on cloud product

Значение	Классификация	SF
0/1	Ясное небо	1
11	Mixed Pixels	0.5
12	Altostratus or nimbostratus	0.6
13	Cirrostratus	0.8
14	Cirrusdens	0.6
15	Cumulonimbus	0.2
21	Stratocumulus or altocumulus	0.4

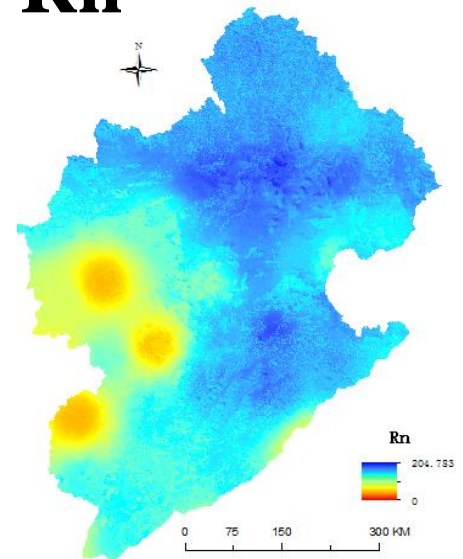
- Традиционно, данные о количестве солнечных часов, полученных с метеорологических станции используются для расчета результирующей радиации.
- Теперь, данные о количестве солнечных часов, могут быть заменены облачной информацией, полученной с геостационарного метеорологического спутника. Он дает более точное пространственное распределение результирующей радиации поверхности
- FY-2 – облачный продукт, который использовался для определения изменения солнечного света каждый час на основании Солнечного фактора (СФ).

Сравнение между рассчитанной Rn и наблюдаемой Rn

2008/08/15



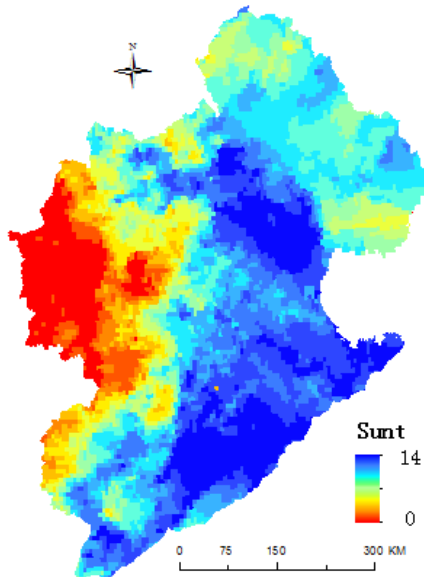
2008/08/15



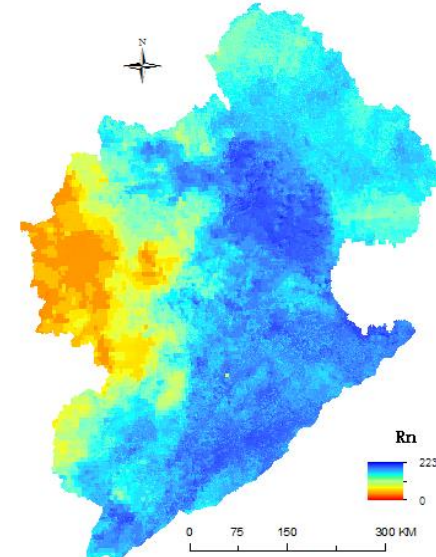
Количество солнечных часов, наблюдение

Результирующая радиация поверхности

2008/08/15



2008/08/15



Кол-во солнечных часов, FY-2D

Результирующая радиация поверхности

Метод параметризации потока тепла в почве

$$\frac{G}{R_n} = \frac{T_s}{15} (0.013RVI^2 - 0.121RVI + 0.396) (0.48b3 + 0.76b4 + 0.35) e^{\frac{1}{10}sm + 0.05 - \frac{0.25}{\cos(soz)}}$$

□ G : Мгновенные значения потока тепла в почву

□ R_n : Результирующая радиация

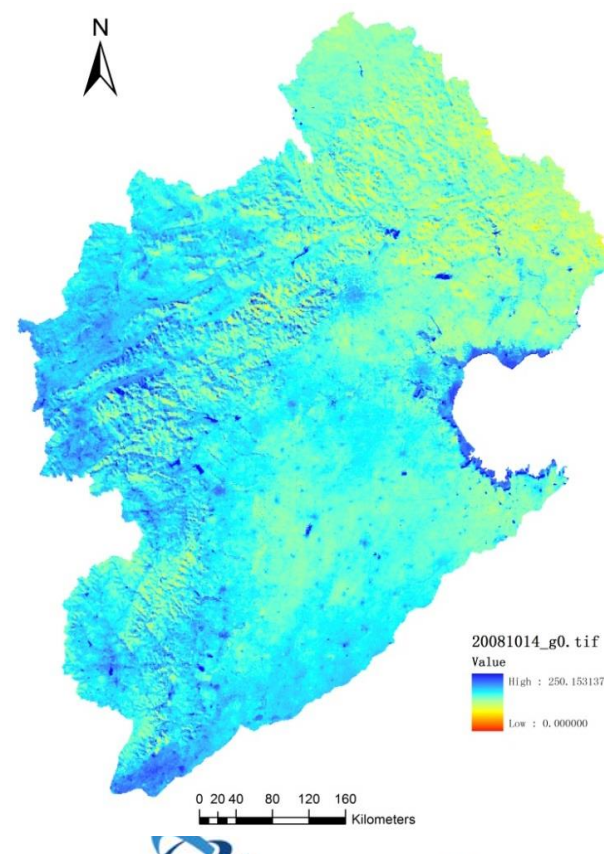
□ T_s : Температура поверхности (ед.изм.: К)

□ RVI : Соотношение вегетативного индекса
($RVI = \rho_{nir} / \rho_r$)

□ $b3, b4$: Shortwave infrared reflectance

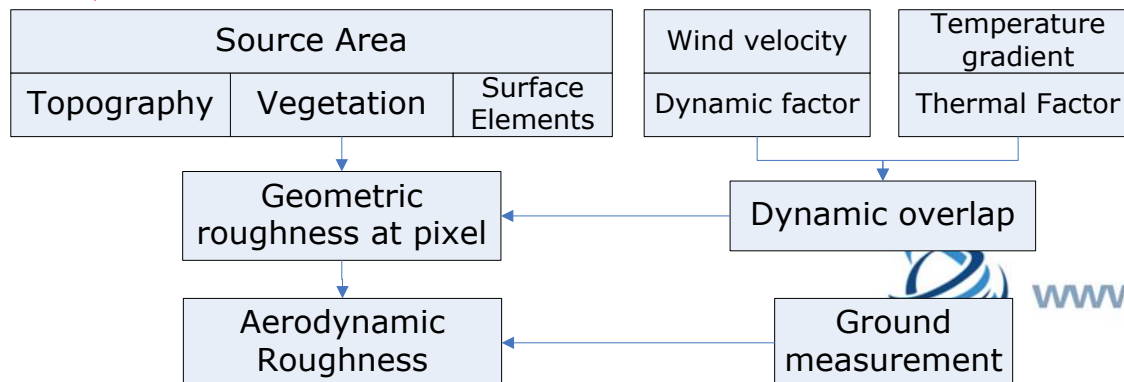
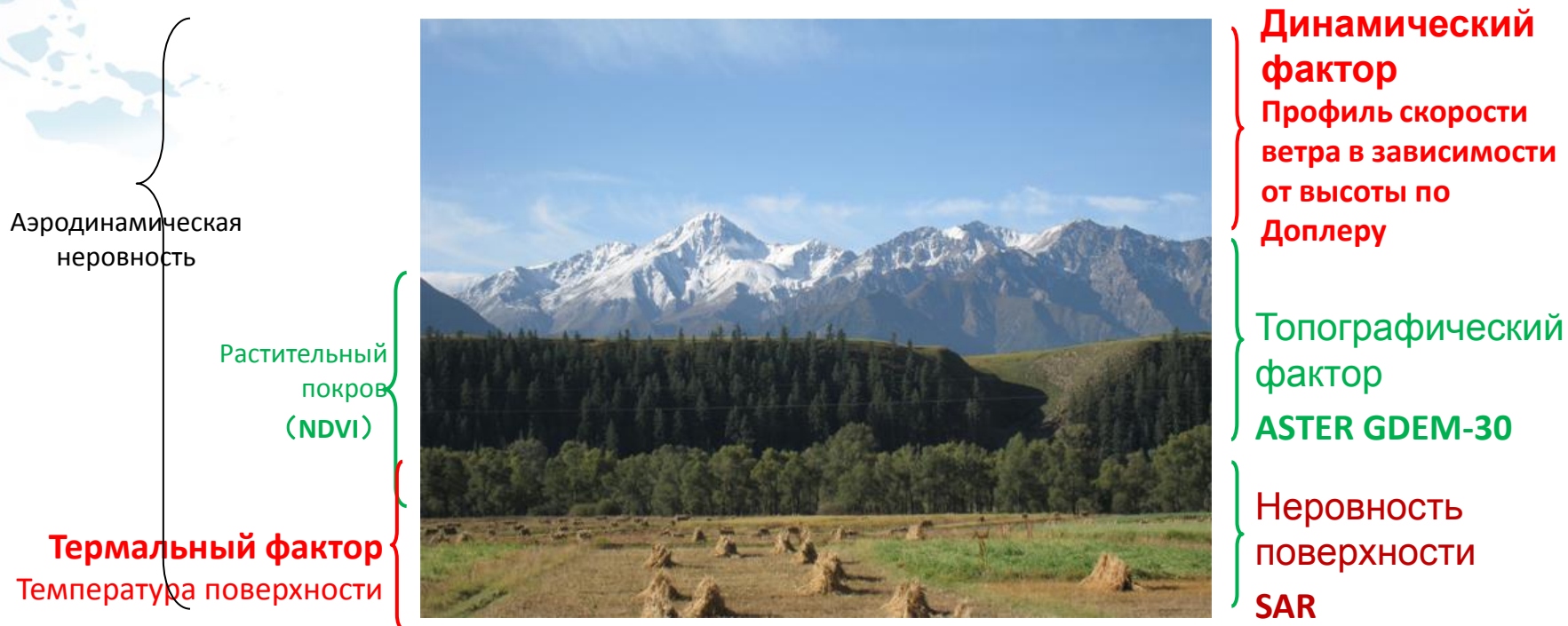
□ sm : Влажность почвы

□ soz : Угол зенита



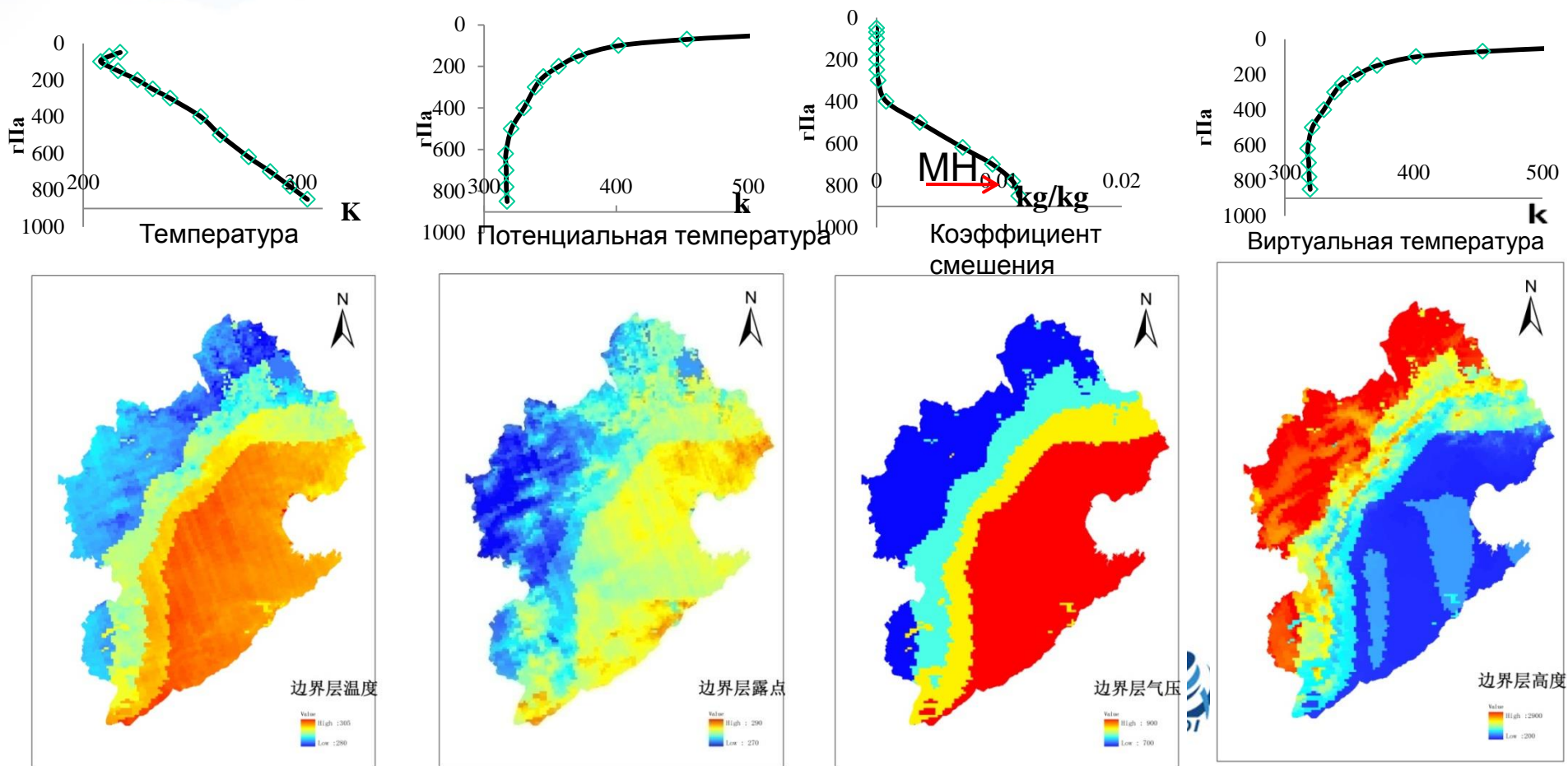
14 октября, 2008 г., рт. Мгновенные значения
потока тепла в почву

Моделирование длины аэродинамической неровности



Модель ABL (Атмосферный пограничный слой)

- Используя данный метод, мы можем снизить чувствительность ETwatch до тепловых характеристик земли. Используя данные атмосферного профиля полученных в процессе дистанционного зондирования, можно оценить пространственное распределение МН, а затем повысить точность ЭТ модели.



Модель сопротивления почвы

$$r_{s,daily} = \frac{r_{s,clear} \times LAI_{clear} \times Rn_{clear} \times SM_{clear} \times U_{clear}}{Rn_{daily} \times SM_{daily} \times U_{daily} \times LAI_{daily}}$$

LAI используется как скалярная величина, чтобы связать сопротивление поверхности почвы с ограничениями окружающей среды, такими как температура воздуха, дефицит давления пара (VPD -ДДП).

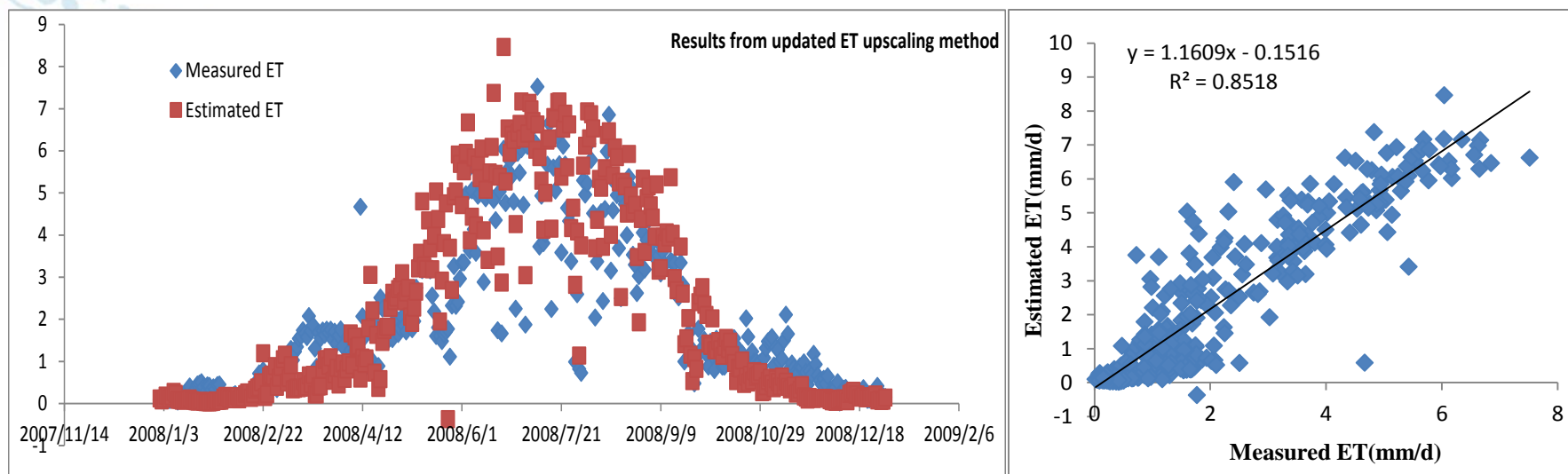
$r_{s, clear}$ - сопротивление почвы в ясный день, выраженное через уравнение P-M.

SM – влажность почвы , выраженная через данные дистанционного зондирования

U – скорость ветра;

R_n – результирующая радиация поверхности

Модель сопротивления почвы



Сравнение между измеренной ЭТ и рассчитанной ЭТ

Рассчитанная ЭТ, основанная на модели, имеет значительное линейное соотношение с измеренной ЭТ



Валидация ETWatch



- Различные регионы и различные условия почв
- Пять станций измерений потока. EC, LAS (2007-)
- Восемь станции в горах (2001-)
- Два бассейна: Бассейн р. Хай и Турфан

Spatial scale	Technique	Daily (%)	Season (%)	Annual (%)
Field scale	Soil moisture	N/A	13.6	N/A
Field scale	Lysimeter	N/A	11.3	9.0
Field scale	Eddy covariance	7.6	N/A	3.0
Village scale	Soil moisture	N/A	3.9	N/A
County scale	Soil moisture	N/A	3.7	N/A
Sub-basin scale	Water balance	N/A	N/A	3.8
Basin scale	Water balance	N/A	N/A	1.8



Бингфанг Ву и др. Валидация ETWatch с использованием полевых измерений в различных видах местностей: Исследование ситуации в бассейне р. Хай, в Китае

Журнал гидрологии, 436–437 (2012г.) 67–80

Меморандум Всемирного Банка и ГЭФ: Миссия по проведению оценки в 2008:

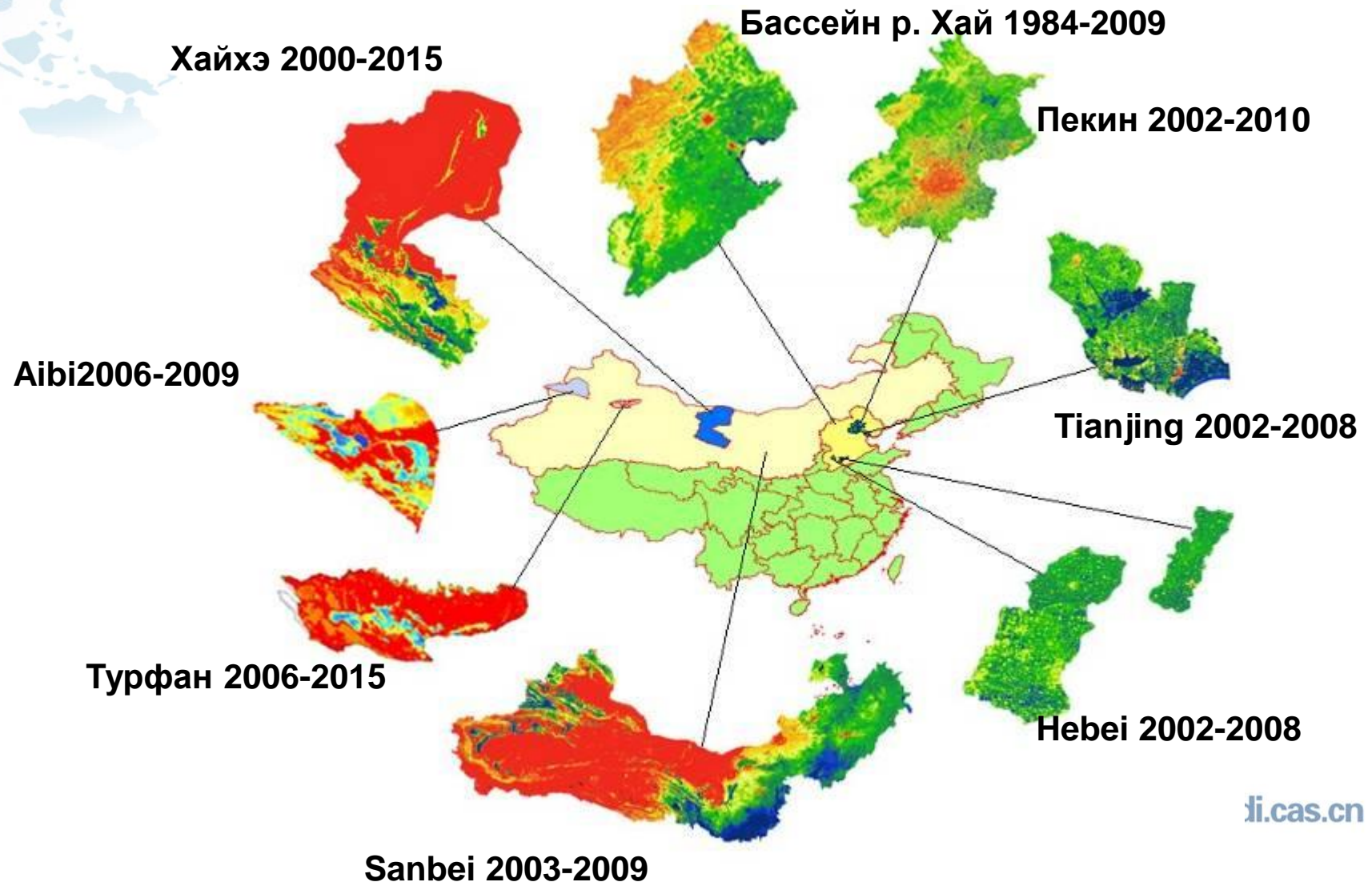
Данные ЭТ с использованием ETWatch были разработаны в 2002-2005гг. для бассейна р. Хай (1 км = 1 пиксель), с охватом 13 провинций (30 м = 1 пиксель). Данные ЭТ также были получены используя SEBAL в 2002-2005гг. Все управления руководства программой согласились, что данные полученные с использованием ETWatch были лучше, и предпочли использовать эти данные

Особенности системы ETWatch

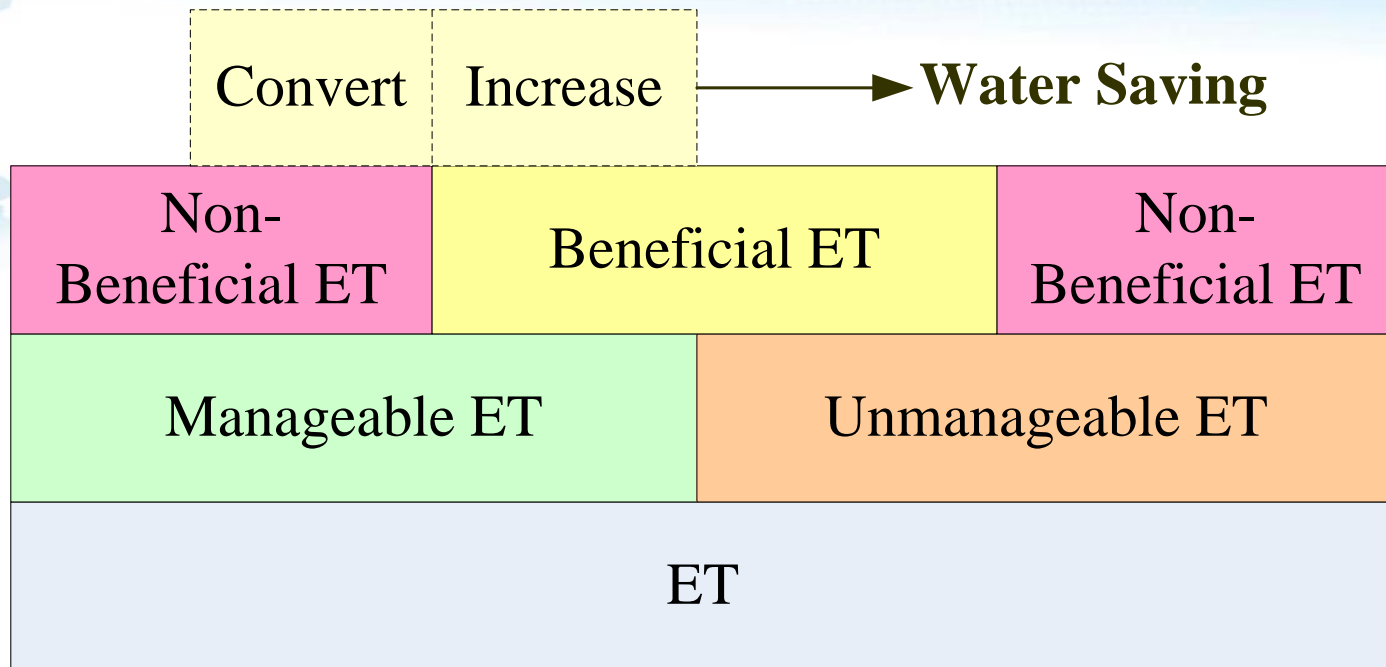
- В масштабе бассейна, ежедневные результаты
- Систематичность
- Предварительная обработка используемых данных
- Встроенные новые модели и методы
- Внутренняя калибровка
- Контроль качества

Применение

Применение ETWatch в Китае

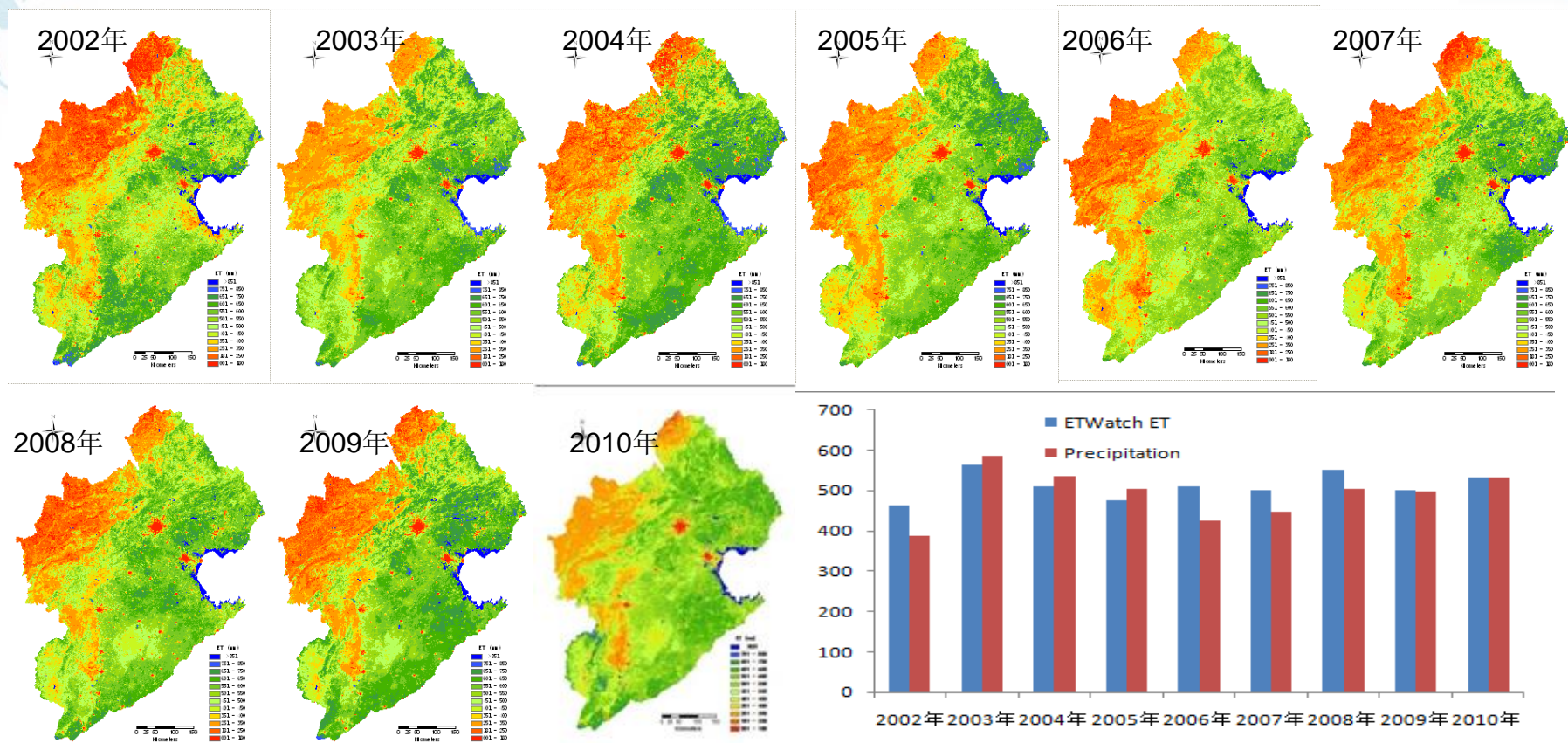


Approach of ET Management



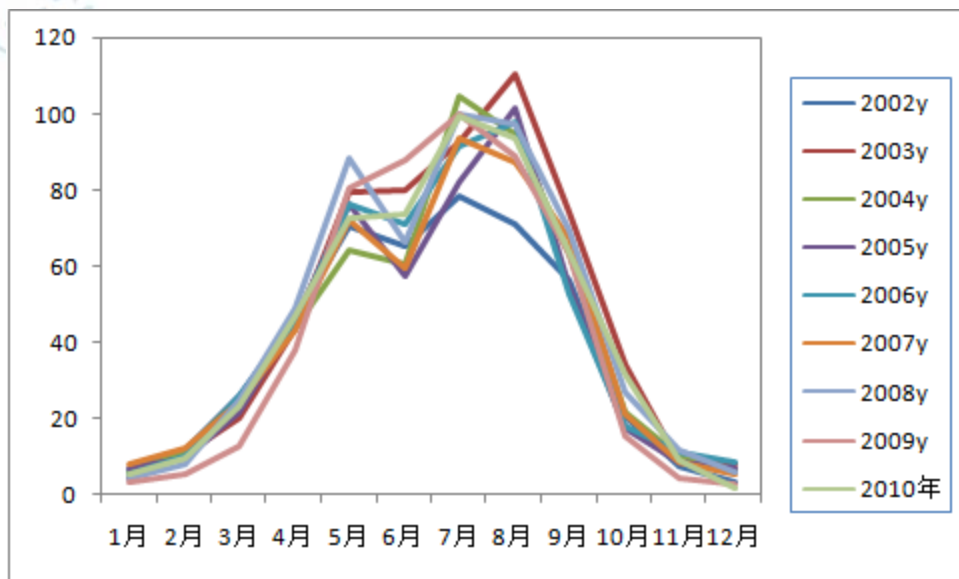
- ◆ ET Management has three elements: (1) reducing non-beneficial ET (2) converting non-beneficial ET to beneficial ET or (3) Increasing productivity of beneficial ET
- ◆ Increasing ET productivity will reduce water competition for irrigation from other sectors and improve social well-being by allowing water to be moved into higher value sectors.

Серия данных ЭТ по бассейну р. Хай 1 км



	2002y	2003y	2004y	2005y	2006y	2007y	2008y	2009y	2010y
ETWatch ET	463.923	564.983	509.915	474.826	511.298	501.052	551.562	502.148	531.587
Precipitation	387.00	587.28	535.11	504.87	426.75	448.04	504.17	499.15	531.84

Ежемесячные серии данных ЭТ по бассейну р. Хай 1 км, 2002-2010гг.



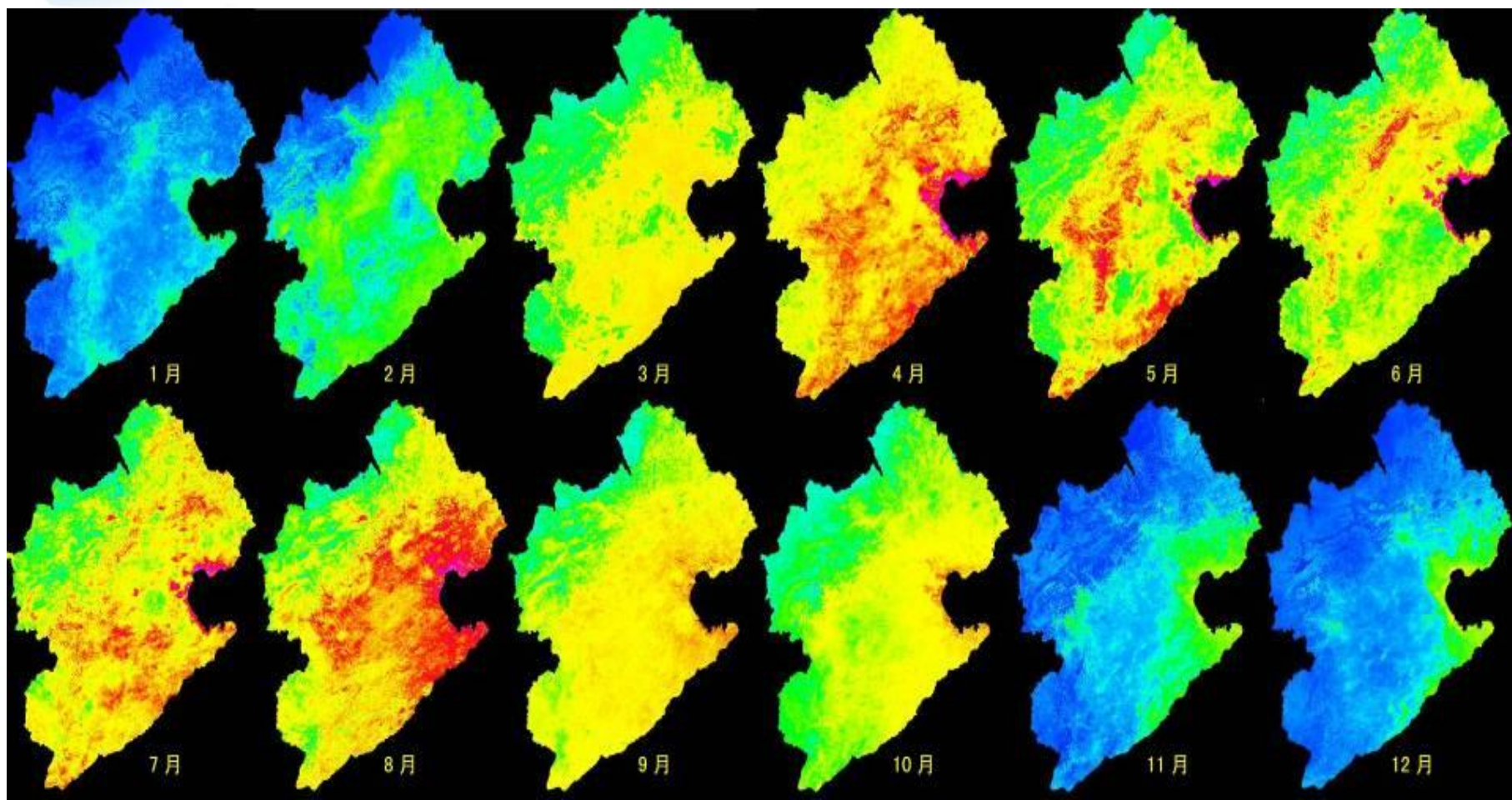
2002-2010逐月ЭТ

海河	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
1月	6.54	4.14	5.96	7.1	5.26	7.79	4.36	3.17	5.28
2月	11.64	10.33	11.25	9.8	9.91	12.1	7.78	5.47	9.92
3月	25.86	19.81	25.37	21.92	25.57	24	24.94	12.41	23.34
4月	46.58	43.63	43.54	46.05	44.56	43.18	48.98	38.19	47.16
5月	70.74	79.18	64.08	76.52	75.87	71.87	88.23	80.6	72.49
6月	65.31	80.01	60.24	57.27	71.13	59.53	66.26	88.11	73.9
7月	78.39	92.76	104.55	81.99	91.43	93.66	100.01	100.18	99.44
8月	70.79	110.38	94.39	101.54	97.64	87.55	97.58	89.27	93.48
9月	56.35	74	62.9	54.78	52.63	67.55	69.45	63.37	63.84
10月	20.83	34.33	21.47	17.58	18.04	20.68	26.97	15.37	31.75
11月	7.72	8.61	9.96	8.38	10.91	8.25	11.46	4.06	9.17
12月	3.33	7.96	6.36	6.97	8.5	5.05	5.71	2.59	1.8

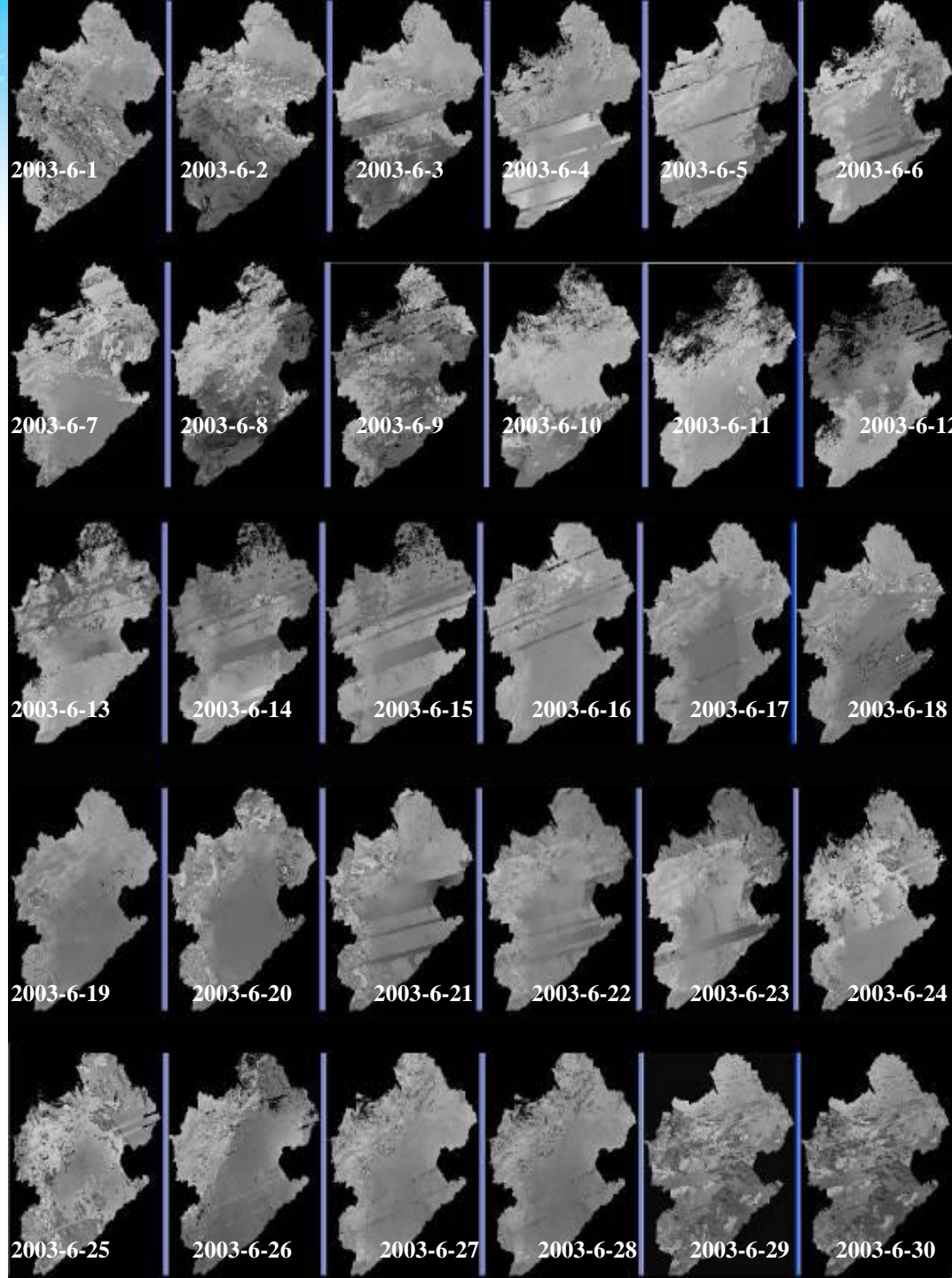
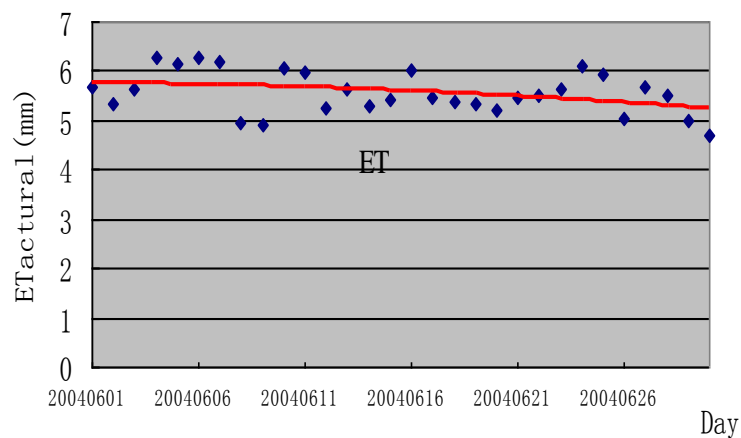
Ежемесячная ЭТ по бассейну р. Хай в 2003г.

Условные
обозначения

0 - 10	mm
10 - 25	mm
25 - 40	mm
40 - 55	mm
55 - 70	mm
70 - 85	mm
85 - 100	mm



Ежедневная ЭТ, июнь, 2003г.



ЭТ является основным потребителем воды на уровне бассейна

- Три источника энергии для потребления воды
- Потребление воды из солнечной энергии (напр.:ЭТ) составляет 98%.

Потребление воды из различных источников энергии, бассейн р. Хай, 2002-2008гг. (10^8m^3)

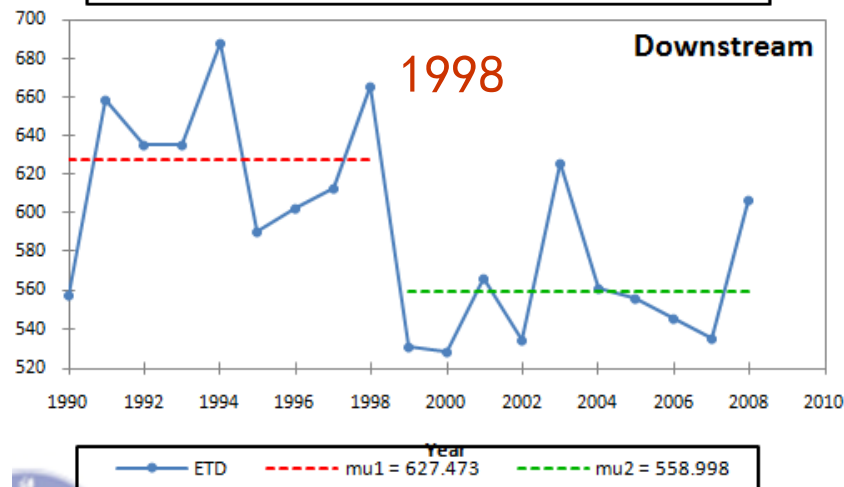
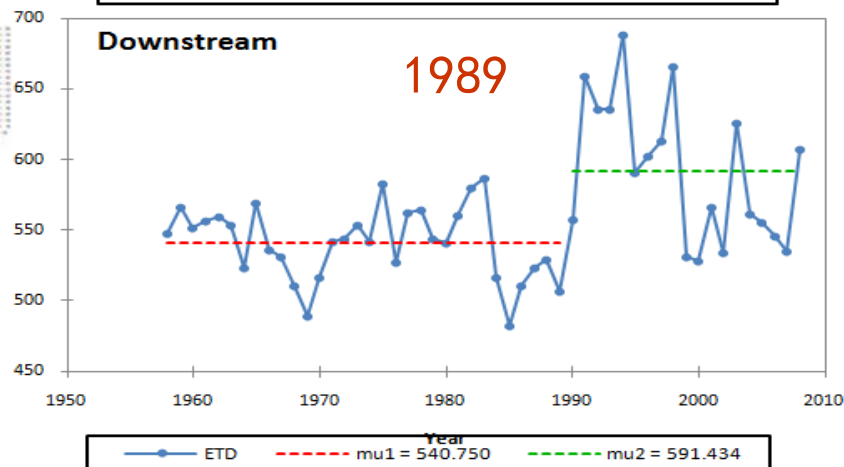
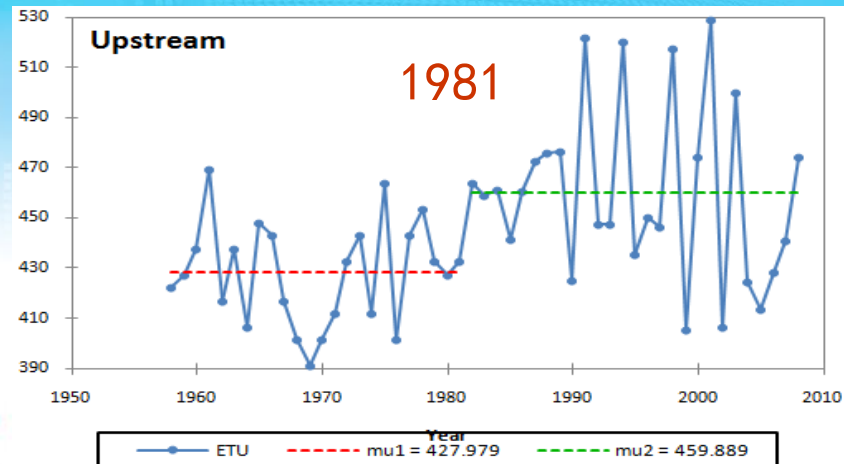
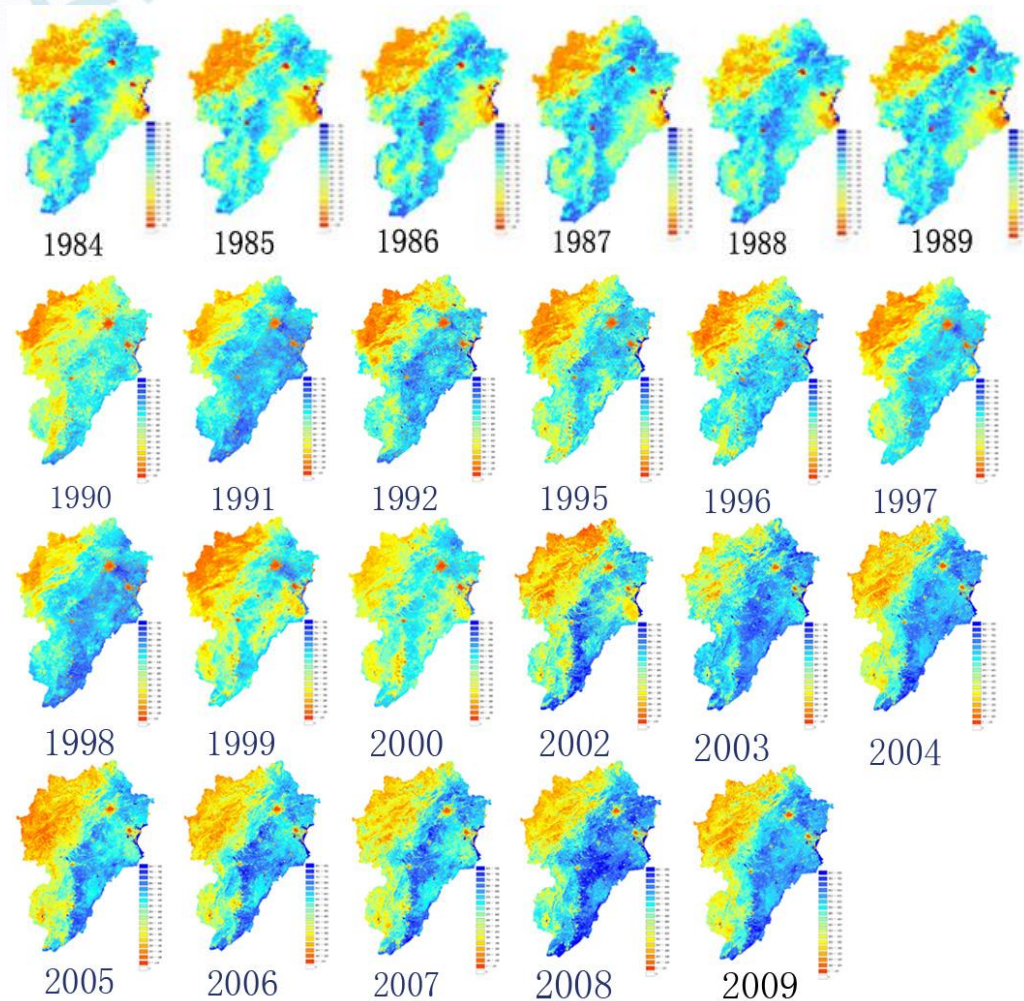
Item	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Average
ET from solar energy	1480.9	1804.7	1627.3	1516.1	1632.4	1599.4	1760.3	1631.6
Water consumption from mineral energy	30.9	30.6	34.9	40.9	40.9	40.9	40.9	37.1
Water consumption from biological energy	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Total water consumption	1512.6	1836.1	1663.0	1557.8	1674.1	1641.1	1802.0	1669.5

Водный баланс на основе потребления воды в бассейне р.Хай

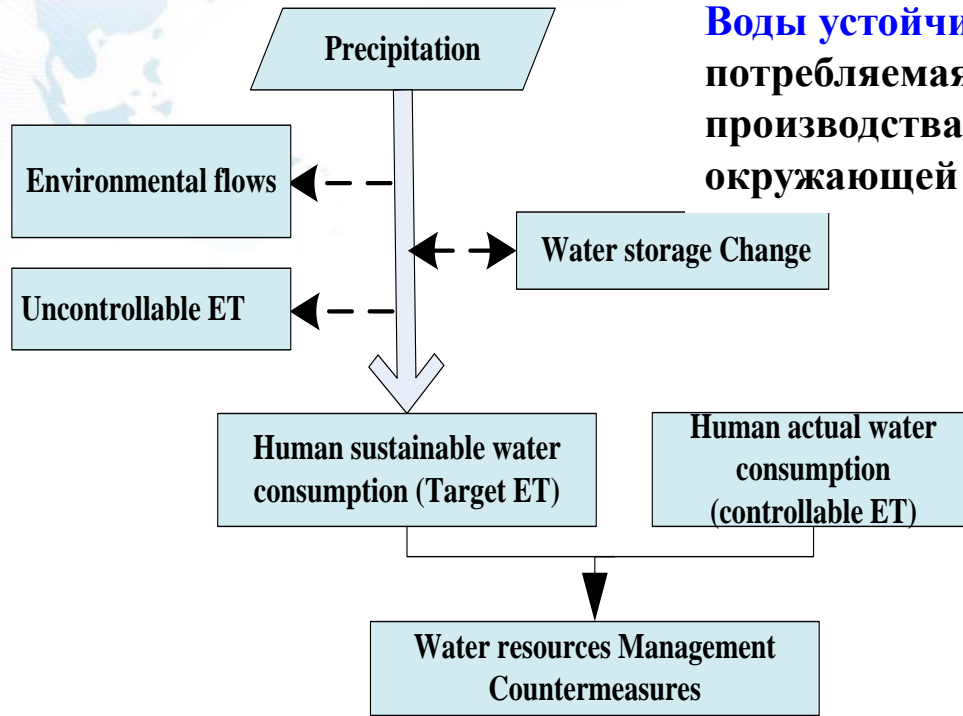
Пункт (10^8 м^3)	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Среднее значение	%
Водный источник (И+Р)	1320.2	1899.0	1764.8	1595.8	1448.8	1590.4	1603.1	100.00%
Приток	46.4	36.1	42.3	37.3	46.3	42.8	41.9	2.60%
Осадки	1273.8	1862.9	1722.4	1558.5	1402.5	1547.5	1561.3	97.40%
Расход	1.8	21.8	37.1	24.9	13.9	17.1	19.4	
Фактическое потребление воды	1511.5	1833.8	1661.8	1556.6	1672.7	1639.8	1646	100.00%
С/х ЭТ	842.2	970.0	919.6	843.8	902.3	889.9	894.6	54.30%
Эко-климатическая ЭТ	637.5	832.4	706.6	671.0	728.7	708.2	714.1	43.40%
Бытовое потребление воды	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.10%
Промышленное потребление воды	30.9	30.6	34.9	40.9	40.9	40.9	36.5	2.20%
Изменение запасов воды Δs	-193.1	43.4	65.9	14.4	-237.8	-66.5	-62.3	

- Средний показатель изменения запасов воды – 6,23 млрд. м^3
- Сельскохозяйственная ЭТ составляет 54,3% всего потребления воды

Пространственно-временное изменение эвапотранспирации в бассейне р. Хай за 1984-2009 гг.



Модель баланса разделения потребляемой ВОДЫ



Воды устойчивые для человеческого потребления:
потребляемая вода используется для жизни и производства, сохраняя при этом устойчивое развитие окружающей среды.

Три условия:

- Грунтовые воды используются не чрезмерно
- Природные экосистемы не разрушены
- Обеспечение речных каналов экологическим стоком для разбавления загрязняющих веществ (поллютантов) для сохранения течения и эко-разнообразия

$$SCW = P - ET_{env_uc} - ET_{hum_uc} - R_{env}$$

SCW – Воды устойчивые для человеческого потребления

P --осадки,

R_{env} – экологический сток

ET_{env_uc} – Неконтролируемая ЭТ природных экосистем

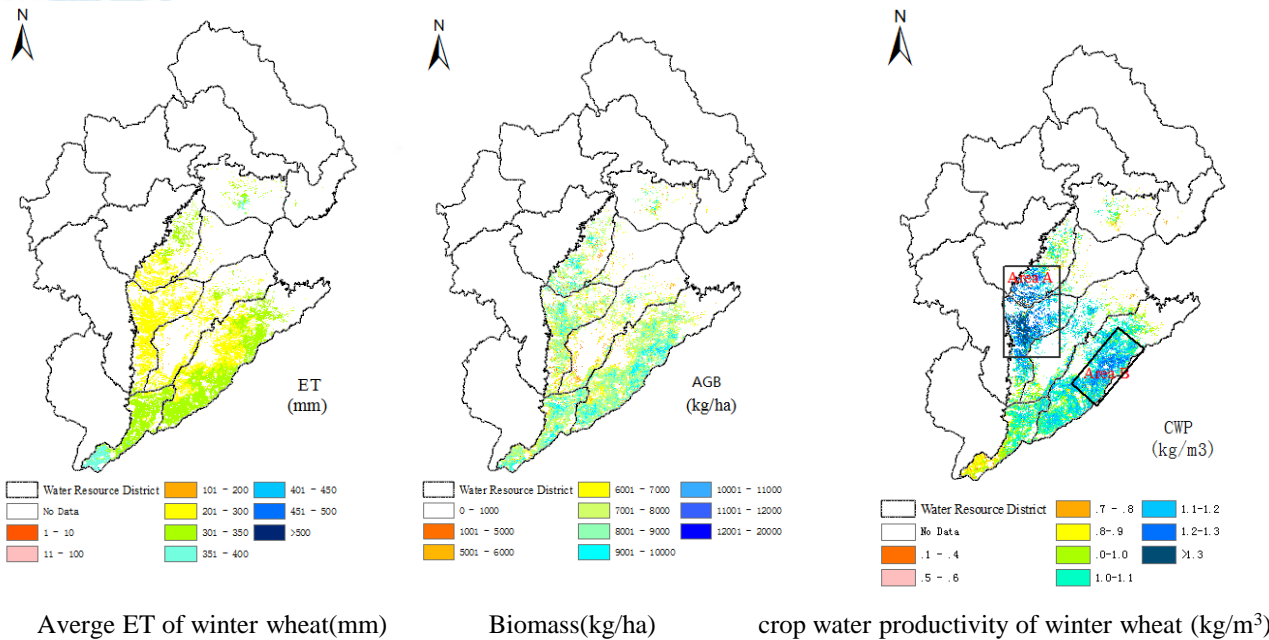
ET_{hum_uc} - Неконтролируемая ЭТ искусственных экосистем.

Вода устойчивая для человеческого потребления и контролируемая ЭТ

Third Grade	Осадки	Неконтролируемая ЭТ	Экологические стоки	Воды устойчивые для человеческого потребления	Солнечная контролируемая ЭТ				Бионергетическая ЭТ	ЭТ минеральной энергии	Общий контролируемый объем
					Населенный пункт			Обрабатываемые земли			
					Город	Сельская местность	Всего				
Горная река Бейсан	109.86	101.58	5.24	3.04	1.21	0.47	1.68	8.44	0.01	0.30	10.43
Верхнее течение р. Юндин, Водохранилище Сетиан	66.25	50.58	1.46	14.21	0.49	0.83	1.32	5.99	0.02	1.34	8.67
От р. Юндин , водохранилища Сетиан до Sanjiadian	108.38	86.21	2.06	20.11	0.87	1.07	1.94	9.58	0.03	1.04	12.59
Речные равнины Бейси	82.35	45.25	2.86	35.24	8.90	1.57	10.47	35.15	0.10	3.03	48.75
Горная река Дацин	92.11	79.10	5.44	7.57	0.54	0.41	0.95	7.20	0.01	0.48	8.64
Западные речные равнины Дацин	61.83	35.45	0.43	25.95	7.51	1.32	8.83	36.85	0.06	1.68	47.42
Восточные речные равнины Дацин	68.99	41.82	1.68	25.49	6.42	0.76	7.18	26.71	0.07	1.60	35.56
Горная река Зия	158.00	111.25	6.52	40.23	1.50	0.88	2.38	16.91	0.04	2.62	21.95
Речные равнины Зия	76.34	42.15	0.26	33.93	8.27	1.77	10.04	46.34	0.07	2.64	59.09
Горная река Чжангвей	148.27	100.72	5.85	41.70	1.17	1.34	2.51	20.00	0.04	2.24	24.79
Речные равнины Чжангвей	52.69	26.41	1.41	24.87	3.52	1.32	4.84	32.32	0.05	1.36	38.57
Равнины Хеолонггандюндонг	119.73	67.43	1.35	50.95	8.60	1.24	9.84	62.94	0.06	1.36	74.20
Система р. Хай	1145.82	787.95	34.55	323.32	48.99	12.99	61.98	308.43	0.58	19.69	390.68
Доля от общего контролируемого объема					13%	3%	16%	79%	0%	5%	100%

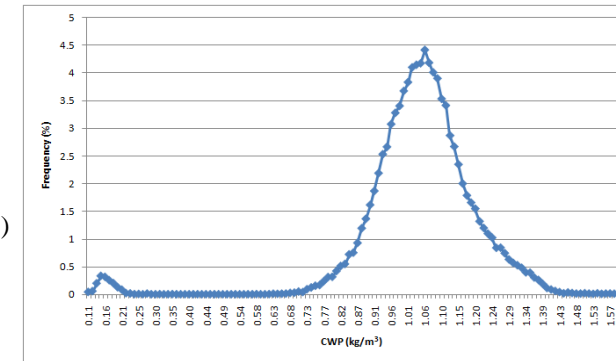
Оценка продуктивности вод под культуры (CWP) в бассейне р. Хай

Методы и результаты



$$CWP = \frac{Y_i}{\sum_{ts} ET}$$

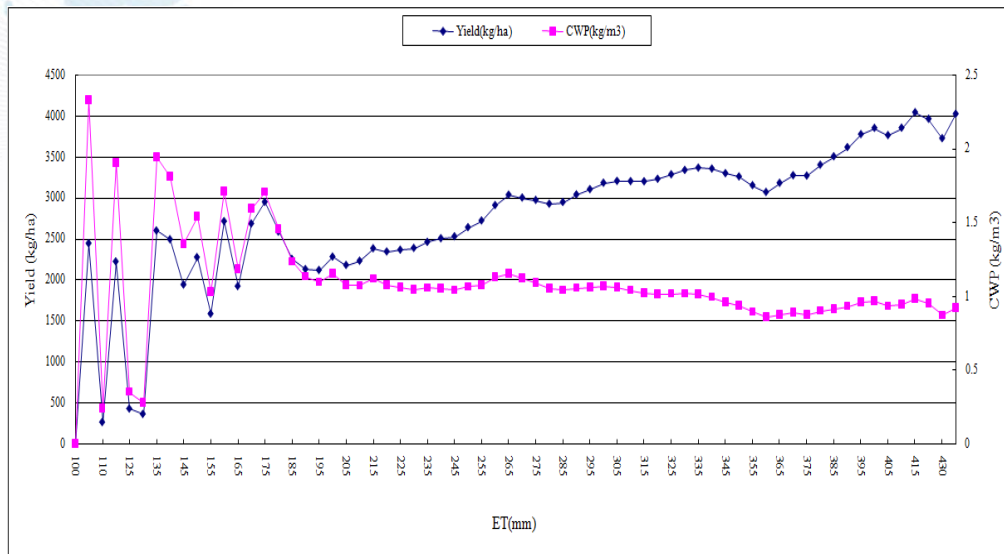
$$Y_i = H_i \times \sum_{ts} DM$$



- Средняя продуктивность вод под культуры озимой пшеницы с 2003г. по 2009г. составляет 1,05кг/м³ (Западная Европа>1.2, FAO).
- Продуктивность вод под культуры (CWP) может достичь 1,2кг/м³ при снижении ЭТ до 36,5мм для озимой пшеницы при условии неизменности урожайности.

Оценка продуктивности вод под культуры (CWP) в бассейне р. Хай

Пространственно –временной анализ интеграции

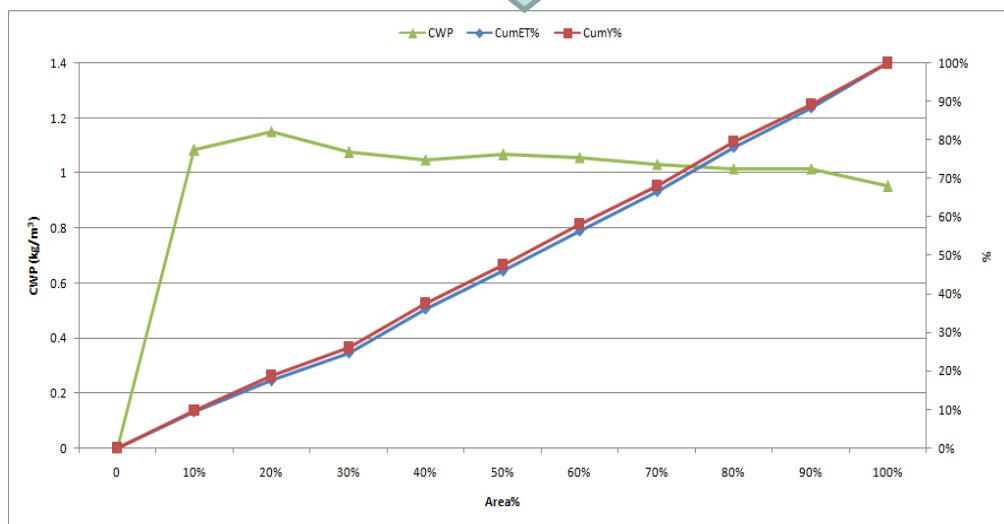


Соотношение между ЭТ , урожайность и CWP в региональном масштабе:

□ Связь между урожайностью и ЭТ значительна , коэффициент корреляции = 0,93

□ С увеличением ЭТ, урожайность увеличивается значительно, в то время как значения CWP остается относительно стабильным.

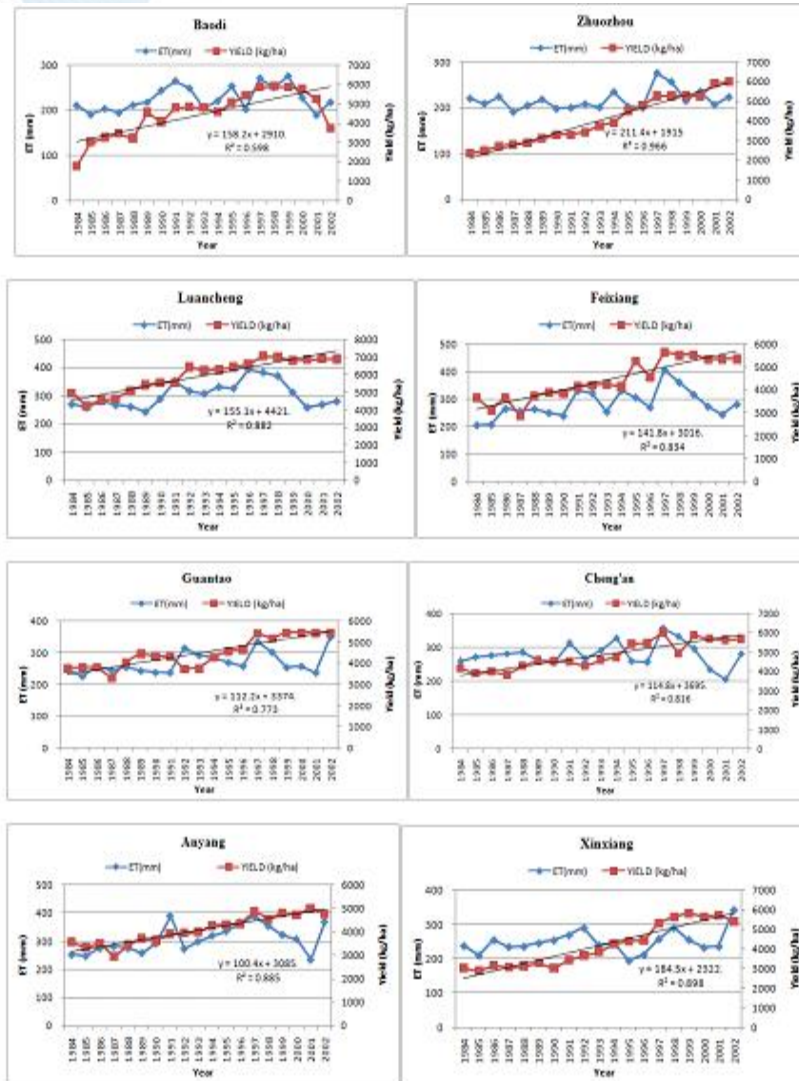
□ Можно сделать вывод, что не всегда водосбережение означает повышение продуктивности воды



www.radi.cas.cn

Оценка продуктивности вод под культуры (CWP) в бассейне р. Хай

Пространственно –временной анализ интеграции



Временное изменение отношения между урожайностью, ЭТ и CWP:

□ Тенденция значительного линейного увеличения урожайности озимой пшеницы были обнаружены на всех станциях с 1982г. по 2002г., без соответствующего роста в ЭТ. Рост продуктивности вод под культуры (CWP) зависит более от роста урожайности, чем от снижения ЭТ.

□ Техническое использование ирригационных мер по улучшению продуктивности вод было подтверждено в полевых условиях. Повышение продуктивности вод под культуры только за счет водосбережения представляется очень затруднительным.

Существующее мнение “Повышение урожайности через повышение ЭТ” и “Повышение продуктивности вод под культуры за счет внедрения мер по водосбережению” не применимы для бассейна р. Хай.



Анализ водосбережения в бассейне р.Хай

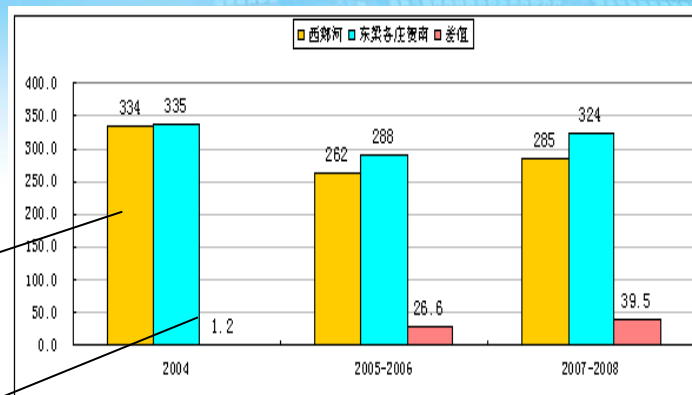
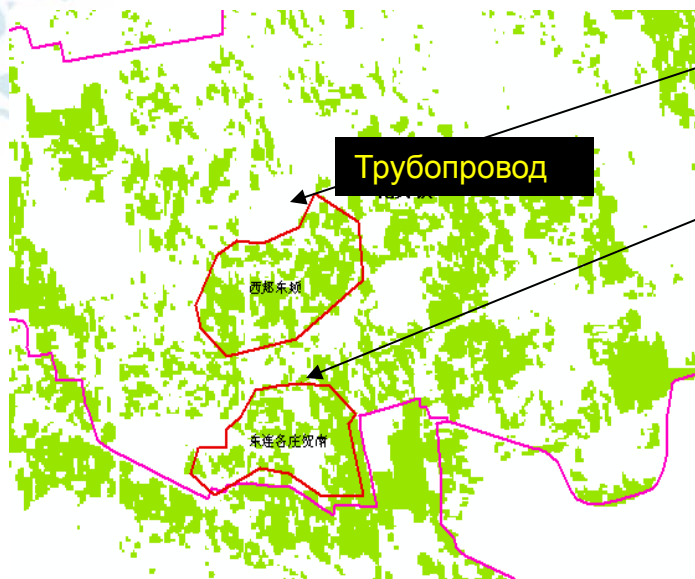
Основано на продуктивности воды

Потенциал водосбережения на обрабатываемых землях бассейна р. Хай с 2003г. по 2009г.

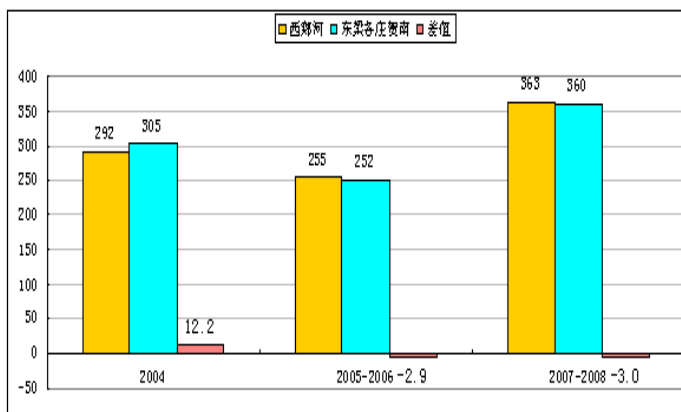
Районы третьего класса	CWP параметры	Снижение ЭТ	Площадь	Потенциал водосбережения на обрабатываемых землях , 10^8м^3
Горная река Бейсан	1.14	74.1	3153	2.34
От р. Юндин , водохранилища Сетиан до Sanjiadian	1.11	72.7	11826	8.60
Верхнее течение р. Юндин, Водохранилище Сетиан	0.88	73.1	11126	8.13
Речные равнины Бейси	1.13	65.2	11583	7.55
Горная река Дацин	1.15	55.8	3807	2.13
Западные речные равнины Дацин	1.18	48.8	10053	4.90
Восточные речные равнины Дацин	1.17	49.8	9403	4.68
Горная река Зия	1.16	55.1	11584	6.39
Равнины Хеолонггандюндонг	1.31	32.1	18217	5.84
Речные равнины Зия	1.22	31.8	11803	3.75
Горная река Чжангвей	1.02	40.7	11140	4.54
Речные равнины Чжангвей	1.17	26.3	7370	1.94
Итого				60.79

□ Общий потенциал водосбережения в бассейне р. Хай составляет $60.79 * 10^8\text{м}^3$.

Водосбережение



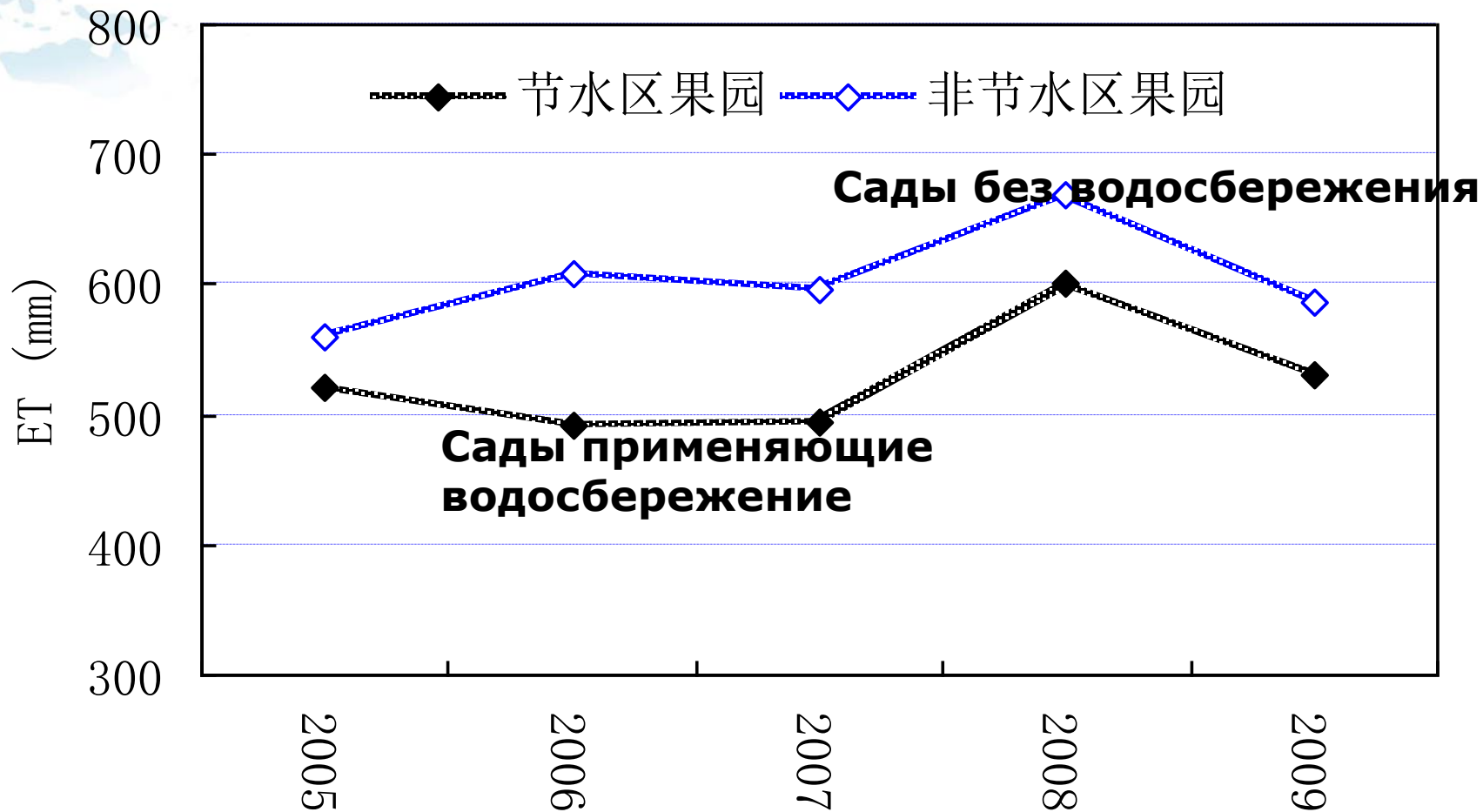
Пшеница



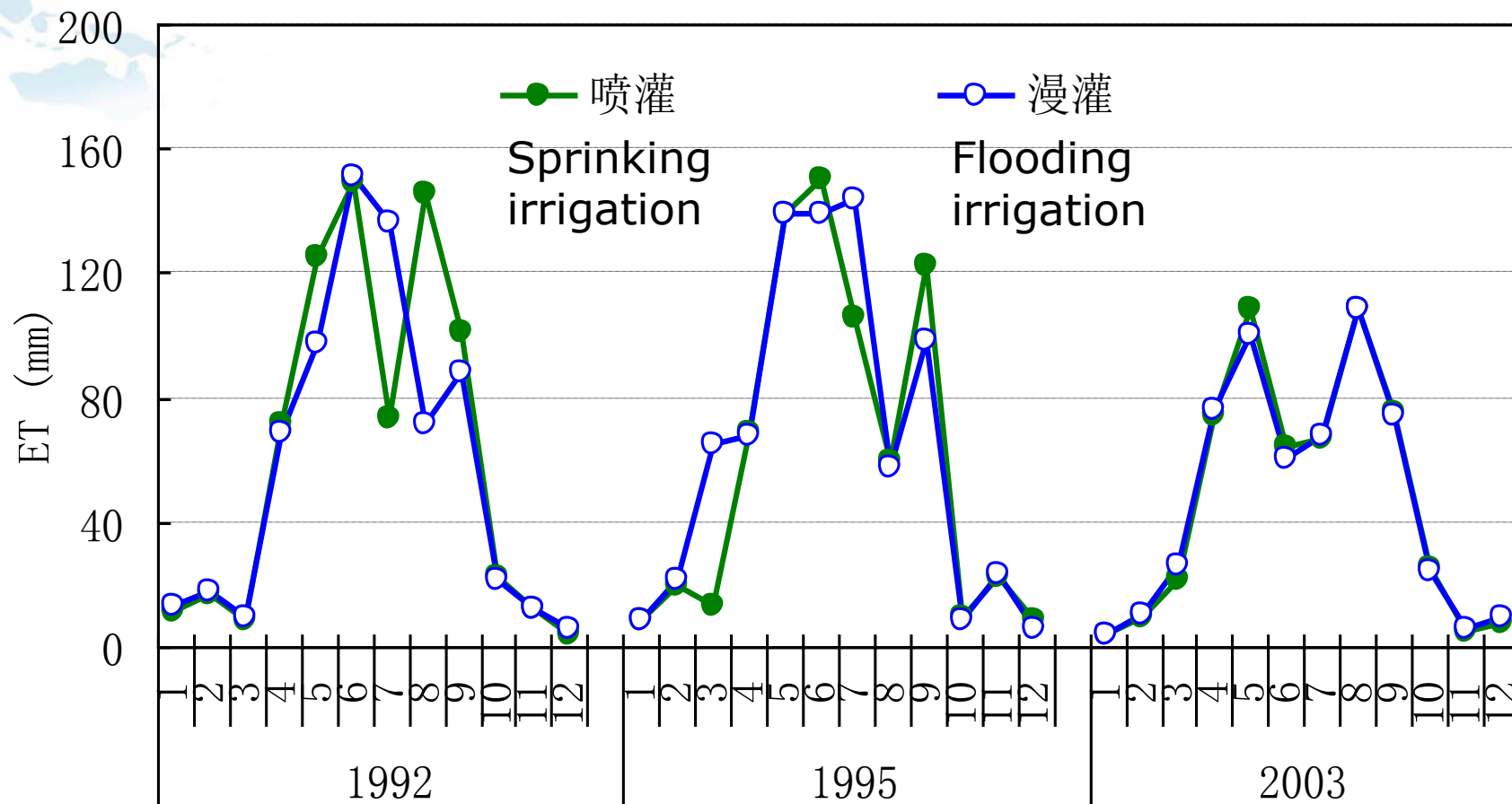
Кукуруза

- Мера по водосбережению в Цзижее (Xijiahe), ирригационный трубопровод с 2005г.
- С 2005, ЭТ в Цзижее (Xijiahe) ниже чем в Донлянгчжуан (Donlianggezhuang) в сезон выращивания пшеницы; но разница при выращивании кукурузы - мала

Результат применение водосбережения во фруктовых садах, с капельной ирригацией в округе Нейки (Neiqiu)



Распределение ЭТ по культурам в зависимости от различных режимов ирригации в обычный год (фермы Дакачжу - Dacaozhuang)



Сравнение расхода воды между овощными теплицами и посевами в округе Еньнень (Yongnian)

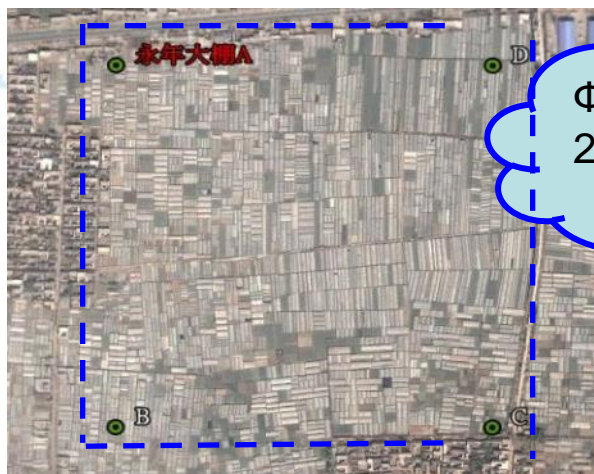
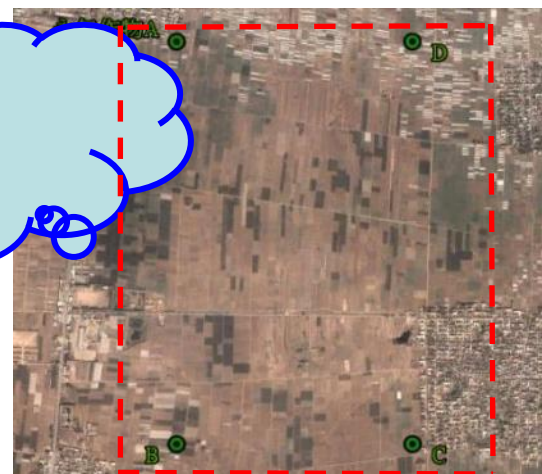
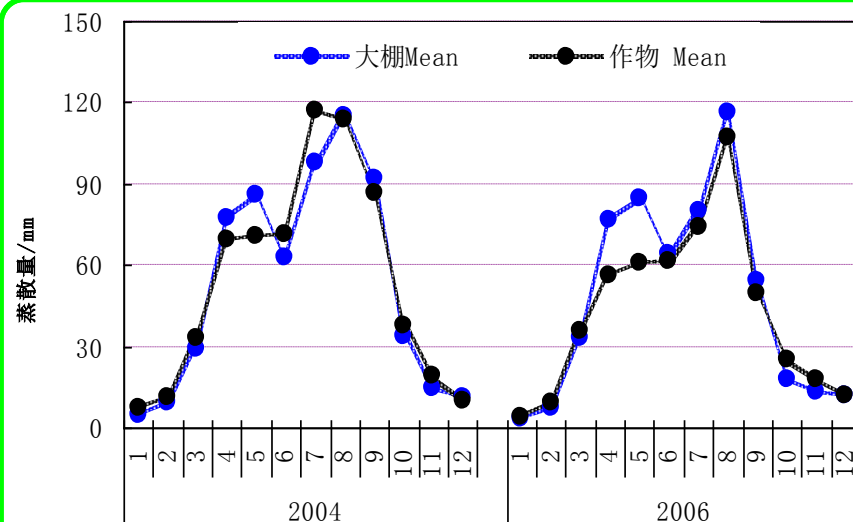
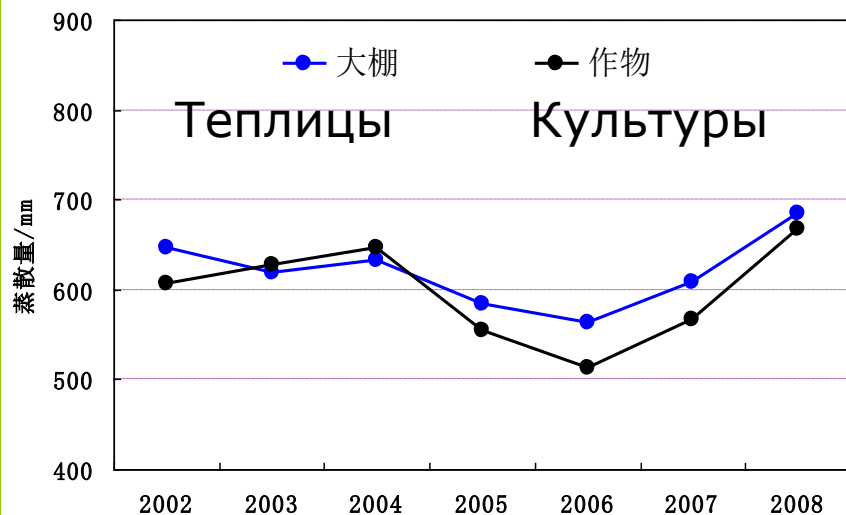


Фото
2008/4/6





- ◆ Тенденция изменения ЭТ стабильна между полевыми культурами и тепличными с 2002г. по 2008г. и среднее потребление воды составило 598мм и 620 мм соответственно. Среднее водопотребление овощных теплиц выше полевых культур с 22 мм до 50 мм.
- ◆ Тенденция изменения ЭТ стабильна между полевыми культурами и тепличными в течении года. ЭТ теплиц была значительно выше чем у полевых культур с апреля по май из-за роста температур, и парники должны быть открыты. В то же время объем овощей за вегетационный период и потребление воды были значительно выше чем потребности культур в воде. Расход воды для овощей снизился в июне, так как новые овощи находились в семенной стадии.

石家庄栾城北屯示范
区

A

D

B

C

© 2008 Europa Technologies

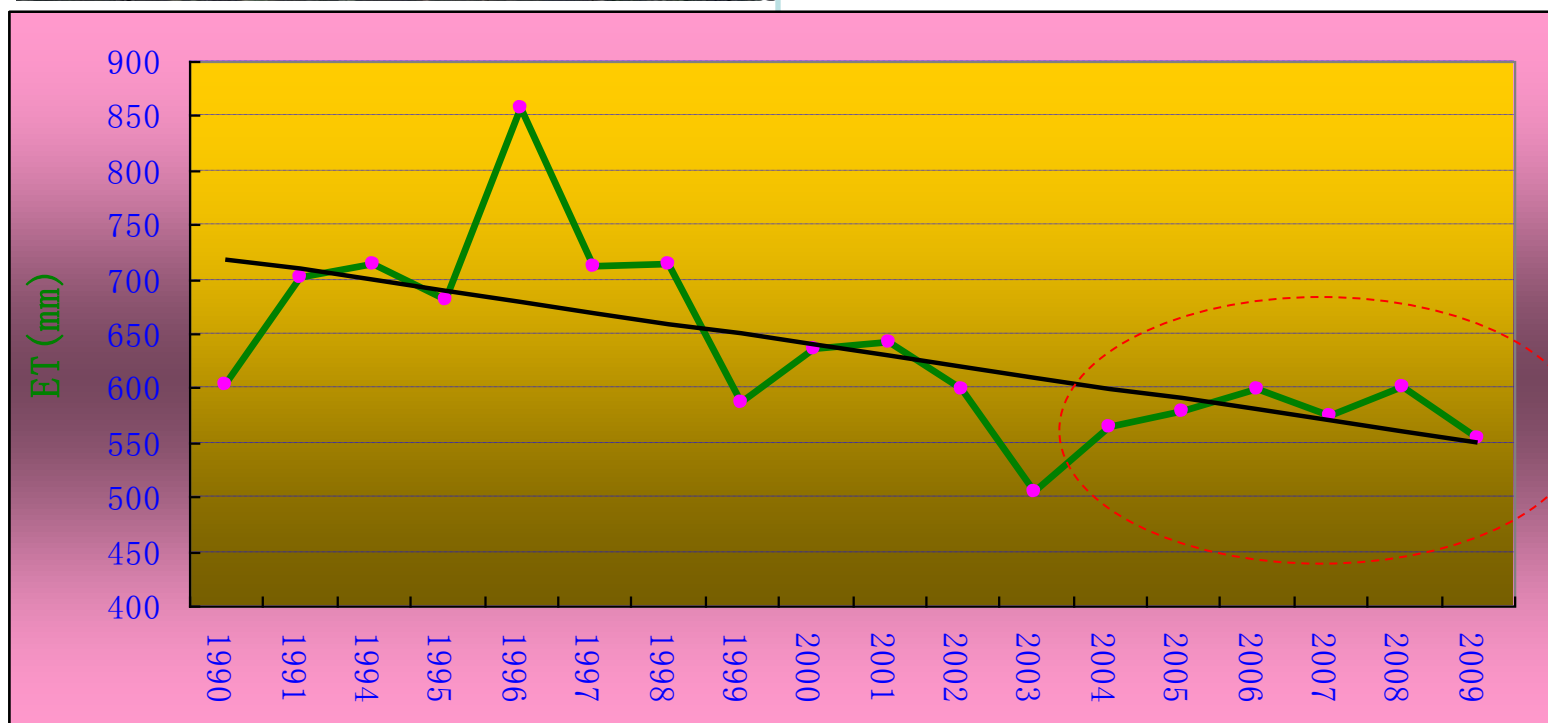
Бейтун – демонстрационный район

Первый год, покрытие соломой: 2003

Средний показатель ЭТ с 1990г. по 2002г.
составил 676 мм

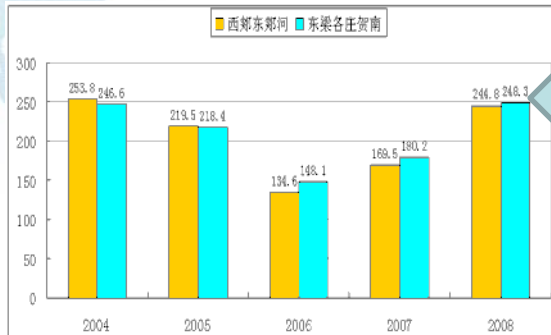
Средний показатель ЭТ с 2003г. По 2009г.
составил 576мм

Средний показатель водосбережения:
100мм

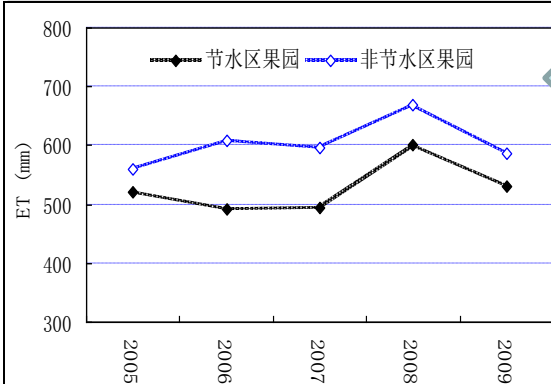
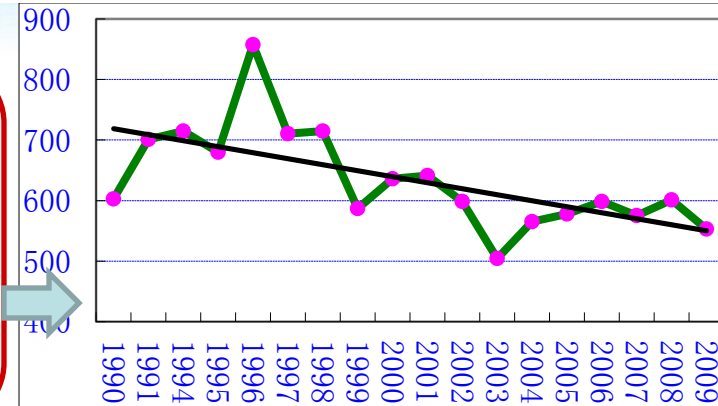


Анализ водосбережения в бассейне р. Хай

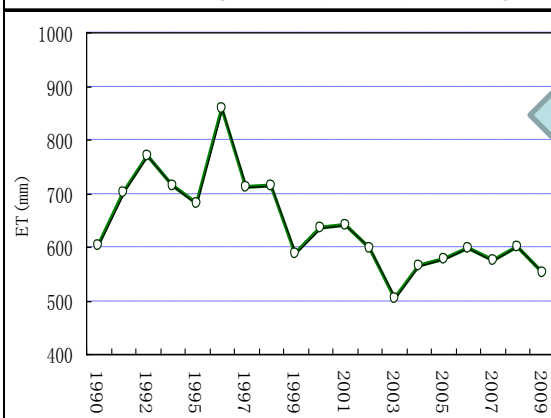
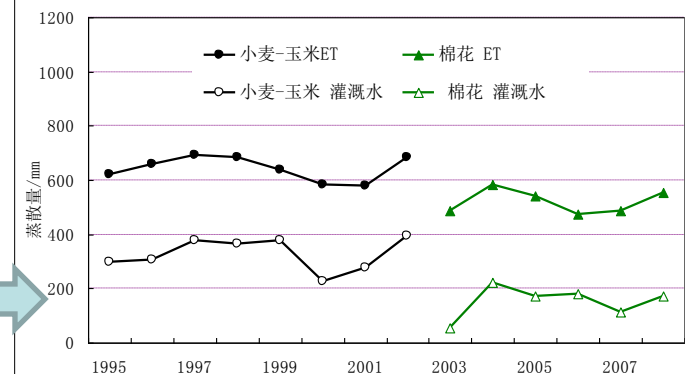
Эффект применения управленческих мер с/х водосбережению



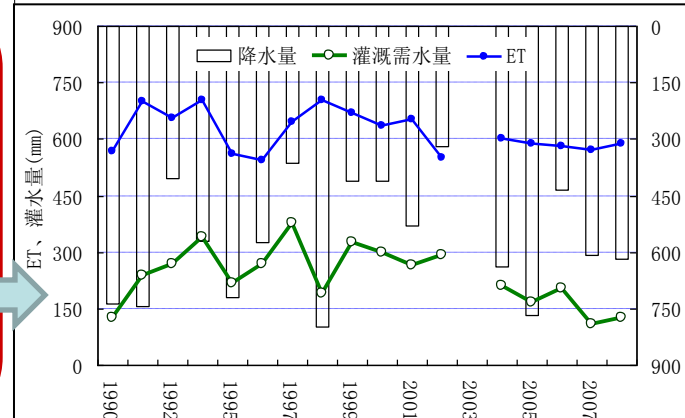
Средняя экономия воды по пшенице составляет **16.5мм** при использовании питающих труб в Дацин. Средняя экономия воды при укрытии соломой **49.6мм** в демонстрационном районе Бейтун



Средняя экономия воды во фруктовых садах с капельным орошением **77мм** в Нейки. Средняя экономия воды **82мм** при регулировании структуры посадки в округе Чжоу



Средняя экономия воды **76мм** в сочетании сельскохозяйственным, инженерным и научным орошением в демонстрационном районе Бейтун. Средняя экономия воды **47мм** при применении инженерных мер в демонстрационном районе Дакачжу



Анализ водосбережения в бассейне р. Хай

Потенциал водосбережения при применении различных мер

	Охват годовых стеблей (пшеница-кукуруза)	Регулирование между рядами посадок (пшеница-кукуруза)	Оптимизация ирригационной системы (пшеница)	Водосбережение и высокий урожай (пшеница)	Регулируемая структура посадки	Интегрированное водосбережение для пшеницы и кукурузы
Площадь /10 ⁴ км ²	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Объем водосбережения/мм	37.9	20-30	40-50	25-40	82	30-45
Общий объем водосбережения /10 ⁸ м ³	16.3	8.6-13	17.2-21.5	10.8-17.2	35.3	13-19.4
Recharge /10 ⁸ м ³	46.0	49.4-53.7	40.8-45.1	45.1-51.6	27.0	48.0-54.4
Зона 1			Зона 2			
Сезон роста пшеницы при контролируемой ЭТ/мм		187.9	Фермы с контролируемой ЭТ/мм			331.2

❑ Дефицит воды составил $67.4 * 10^8 \text{ м}^3$ с 2002г. по 2009г. в бассейне р. Хай; Общий объем экономии воды от интегрированных мер по водосбережению достиг $19.4 * 10^8 \text{ м}^3$; Так как суммарный объем экономии воды все еще не может достичь уровня устойчивого развития водных ресурсов бассейна, необходимо оставить под пар 14.8% (24.8%) культивируемых земель (пшеницы).

❑ Проект по водоотведению с юга на север обеспечит около $90 \sim 140 * 10^8 \text{ м}^3$ о воды ежегодно, что является важным планом действий для решения проблемы дефицита водных ресурсов в бассейне р. Хай и для постепенного улучшения экологической обстановки.

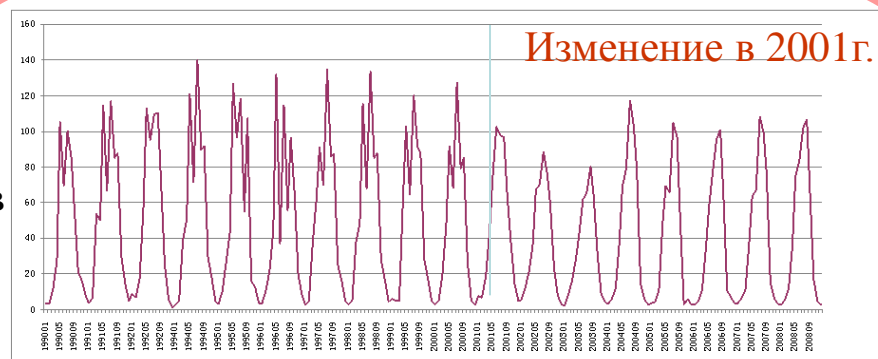
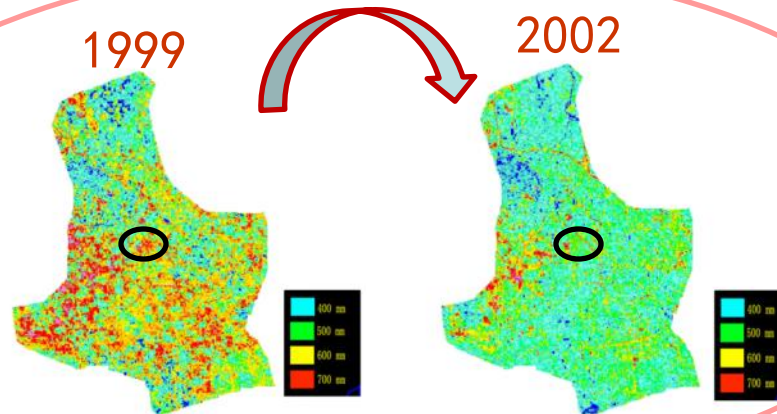
Мониторинг и оценка потребления воды

С/х инжиниринг

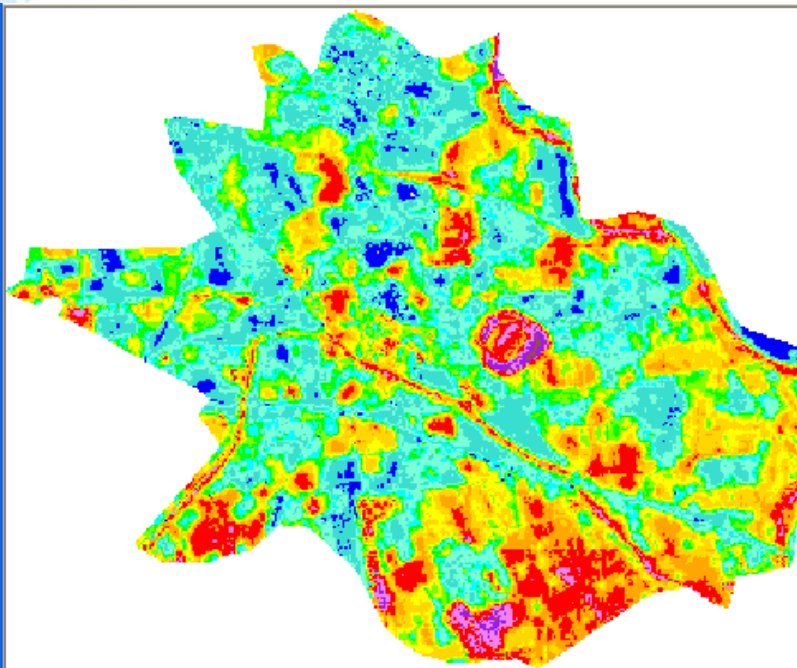
Внедрение мер по
водосбережению в Тунчжоу

Наблюдение эффект
водосбережения после
регулирования схемы
посадки культур

Регулировка структуры посадки в
нижнем бьефе водохранилища
Миун (Miun)



www.radi.cas.cn

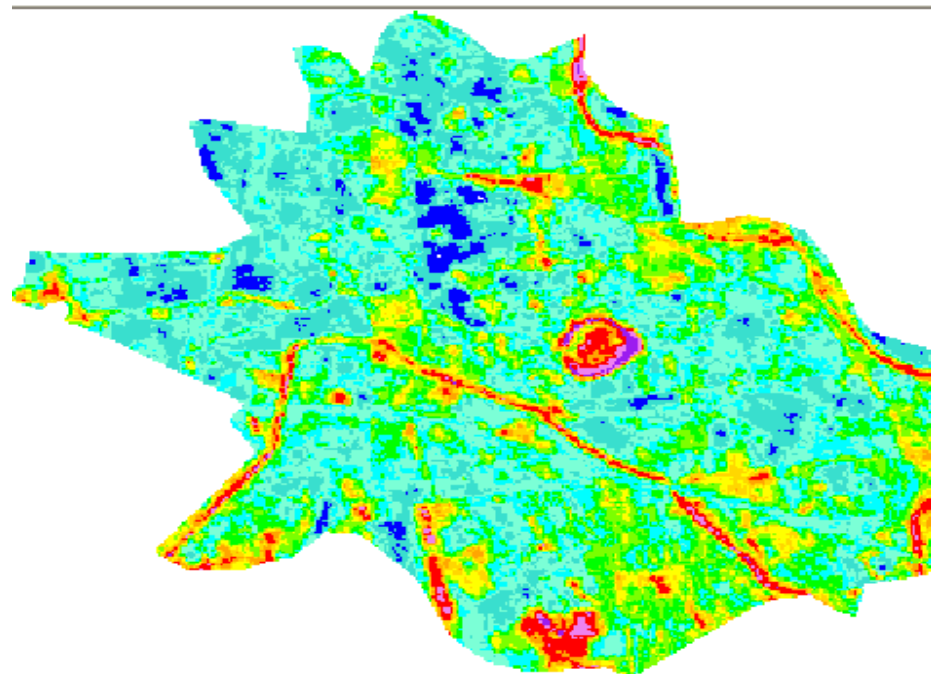


До проекта

Legend(unit:mm)



После проекта



Примечание

- **Технология ЭТ: применимо для всего бассейна с применением мер по орошению , с обеспечением той же точности что и при подготовки и после водоотведения**
 - Точность ЭТ по модели ETWatch составляет более 95% в масштабе водоразделов и более 90% в масштабе полей.
- **Управление ЭТ**
 - Упрощает WRM - широкий диапазон и будущее направление
 - Баланс потребления –это ключ к устойчивому развитию водных ресурсов
 - Требуется продвижение и обучение, чтобы убедить большее количество людей в водном секторе
 - Модель управления мотивацией, изменение поведения и повышение осведомленности по контролю потребления воды

Развитие общества ориентированное на водосбережение

Что происходит сегодня?



Газоны, созданные человеком



Водоемы, созданные человеком



Лыжные склоны, созданные человеком



Автомойки используют грунтовые воды



Градирия



Лесопосадки



Проекты управления водными каналами



Что нам следует сделать?

- Усилить мониторинг дистанционного зондирования ЭТ
- Мониторинг потребления воды в промышленности и в добывающем секторе
- НПА по управлению потреблением воды (тарифы, право водопользования, законы и т.п.)
- Повышение осведомленности по потреблению воды



Дыни на поле из гравия и мульчи



www.radiocas.cn

Thanks!



**Institute of Remote Sensing and Digital Earth
Chinese Academy of Sciences**

Add: No.9 Dengzhuang South Road,Haidian District,Beijing 100094,China

Tel: 86-10-82178008 Fax: 86-10-82178009

E-mail: office@radi.ac.cn

Web: www.radi.cas.cn



www.radi.cas.cn