

Составление водохозяйственного баланса

- **водохозяйственные балансы** - расчеты потребностей водопользователей в водных ресурсах по сравнению с доступными для использования водными ресурсами в границах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при различных условиях водности

Виды водохозяйственного баланса

- Оперативный составляется на текущий год для эффективного распределения водных ресурсов между водопользователями
- Плановый разрабатывают в соответствии с планами развития народного хозяйства для составления перечня народнохозяйственных мероприятий
- Перспективный составляют в соответствии с перспективным развитием отраслей народного хозяйства, учитывают влияние водного фактора на размещение и развитие производственных сил

Водохозяйственный баланс речного бассейна

Имеет следующий вид:

$$WB = \sum W_r - \sum W_p + \sum W_s$$

где

$$\sum W_r = W_{ru} + W_{rn} + W_{per} + W_{pod} + P_e$$

W_r – суммарные водные ресурсы

W_p – водные ресурсы изъяты на нужды водопотребителей

W_s – сброс сточных вод в русло реки

W_{ru} – учтенный поверхностный сток

W_{rn} – не учтенный поверхностный сток

W_{per} – перебрасываемый поверхностный сток

W_{pod} – ресурсы подземных вод

P_e – эффективные осадки

ВХБ составляется на годы 50%, 75,80,85 и 95% обеспеченности

Солевой баланс речного бассейна

- $SB = \sum C_{ri}W_{ri} - \sum C_{pj}W_{pj} + \sum C_{sj}W_{sj}$

Приток солей в речной бассейн

- $\sum C_r W_r = C_{ru} * W_{ru} + C_{rn} * W_{rn} + C_{per} * W_{per} + C_{pod} * W_{pod} + C_p * P_e$

Водохозяйственный баланс речного бассейна

$$W_{pi} \leq P_i$$

Где P_i – потребность в воде i -го участника ВХК

Имеет следующий вид:

Рассчитывают безвозвратные потери воды:

$$BP = W_p - W_s$$

затем водохозяйственный баланс

$$WB = \sum W_r - \sum BP$$

Водохозяйственный баланс подземных вод

- Составление ВХБ по подземным водам заключается в обеспечении потребностей в воде отраслей экономики за счет ресурсов, доступных для использования на данном расчетном уровне.
- Для положительного баланса необходимо чтобы

$$W - Q_{gw} > 0$$

где W эксплуатационные запасы или естественные ресурсы подземных вод, доступные для использования в рассматриваемом районе,

Q_{gw} – суммарный отбор подземных вод

Требуемая водообеспеченность по числу бесперебойных лет (%)

Отрасль	Обеспеченность	Глубина перебоев
Коммунально-бытовое водоснабжение	95-97	10
Промышленность	95	10
Орошение	75	15-50
Водный транспорт и рыбное хозяйство	50--75	-
Энергетика	80-90	-
Санитарно-экологические попуски	75-95	-

Основное балансовое уравнение для i-го расчётного участка

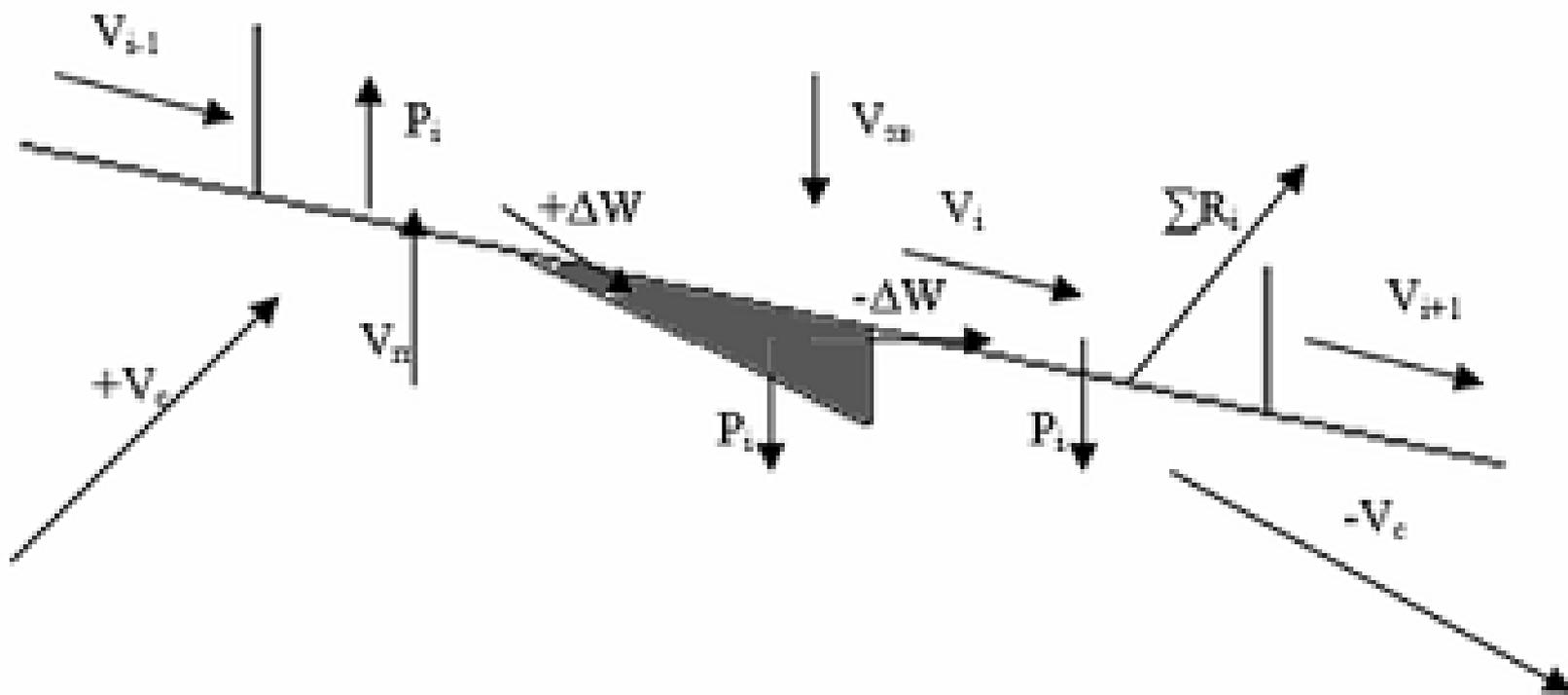
имеет следующий вид:

$$V_i = V_{i-1} + V_i + \Delta W + V_n + V_{zv} + V_c - \sum R_i - P_i - V_{i+1}$$

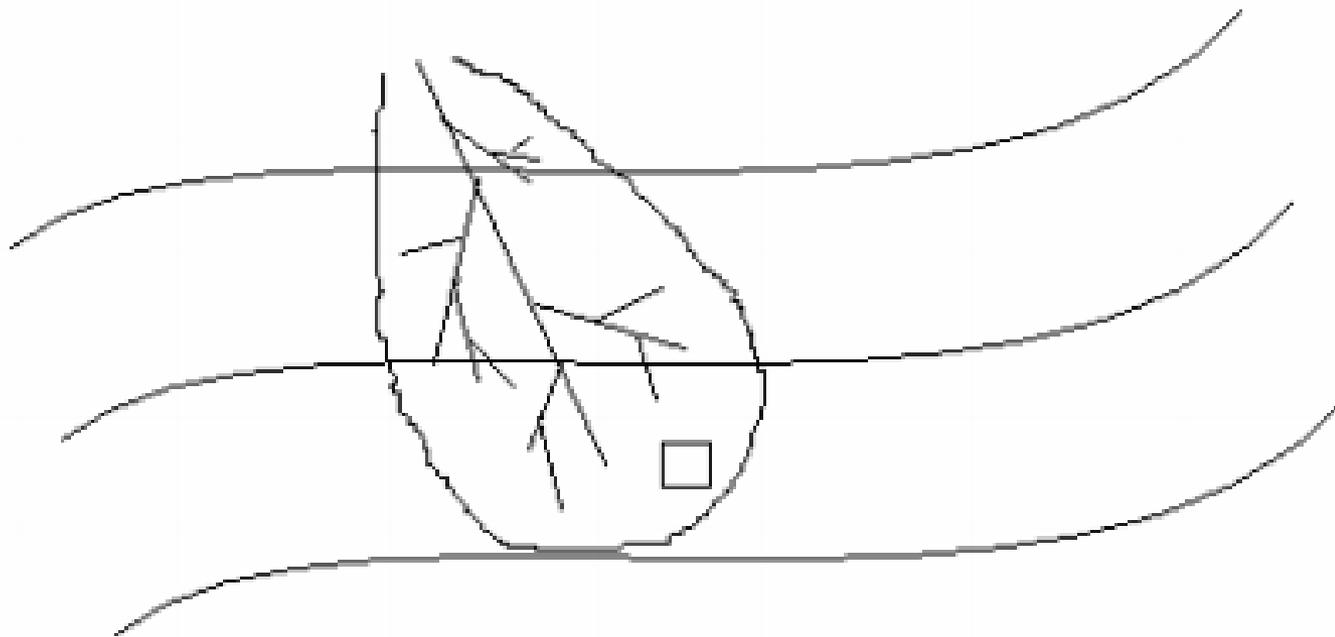
где

V_i – баланс водных ресурсов; V_{i-1} – сток воды на верхнем участке (транзитный сток); V_i – сток, формируемый в пределах расчётного участка (местный сток); V_{i+1} – сток, приходящий на нижний участок; ΔW – сработка(+) или наполнение(–) водохранилищ; V_n – подземные воды, гидравлически не связанные с поверхностным стоком, которые используются в пределах участка; V_{zv} – возвратные воды на участке; V_c – подача воды из соседних участков или бассейнов(+) на смежные участки(–); $\sum R_i$ – общие потребности в воде на участке; P_i – общие затраты воды на участке (испарение, фильтрация из водохранилищ и др.).

Структура ВХБ і-того участка по уравнению А.В. Яцыка и В.М. Хорева

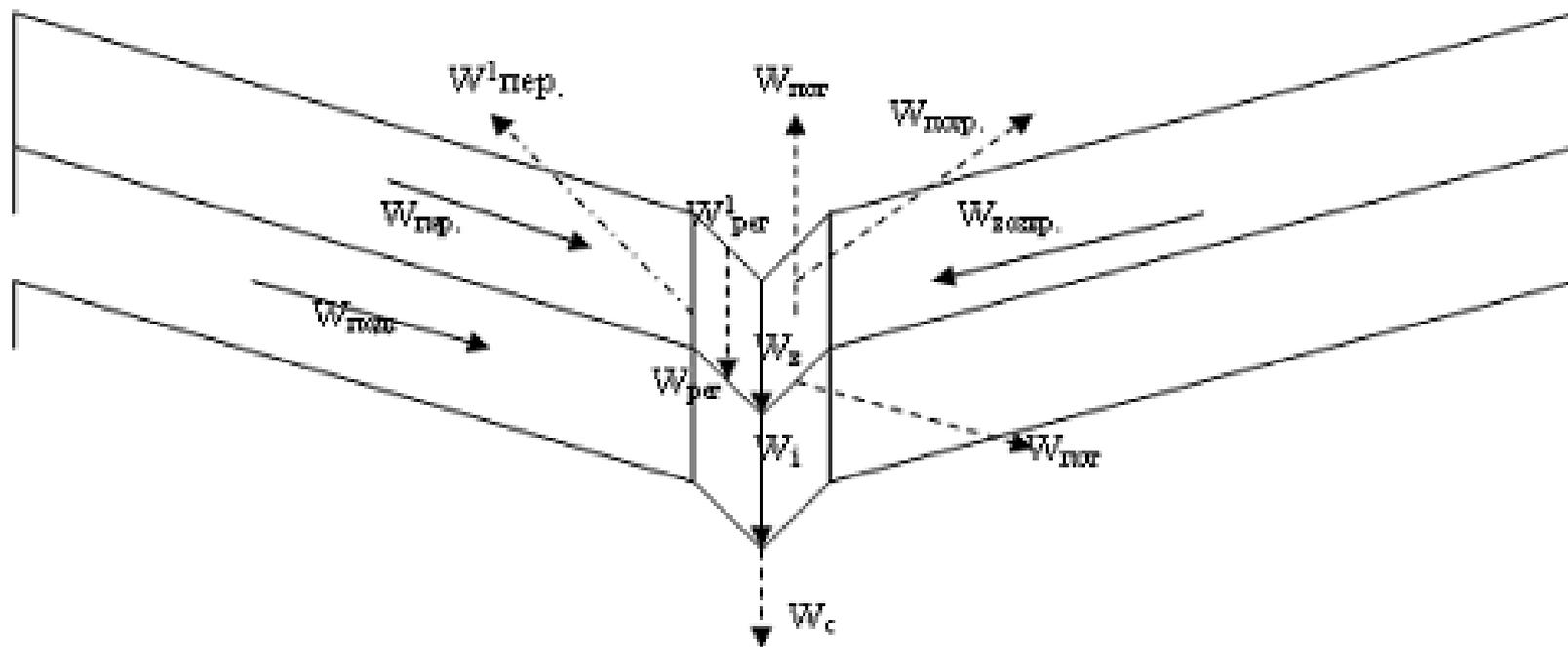


Сопряжение территориальных систем при расчете структуры ВХБ



Водный баланс ландшафтной зоны усложняет ВХБ речного бассейна из за пересечения нескольких ландшафтных зон, оставаясь при этом единой Самостоятельной пара-функциональной системой.

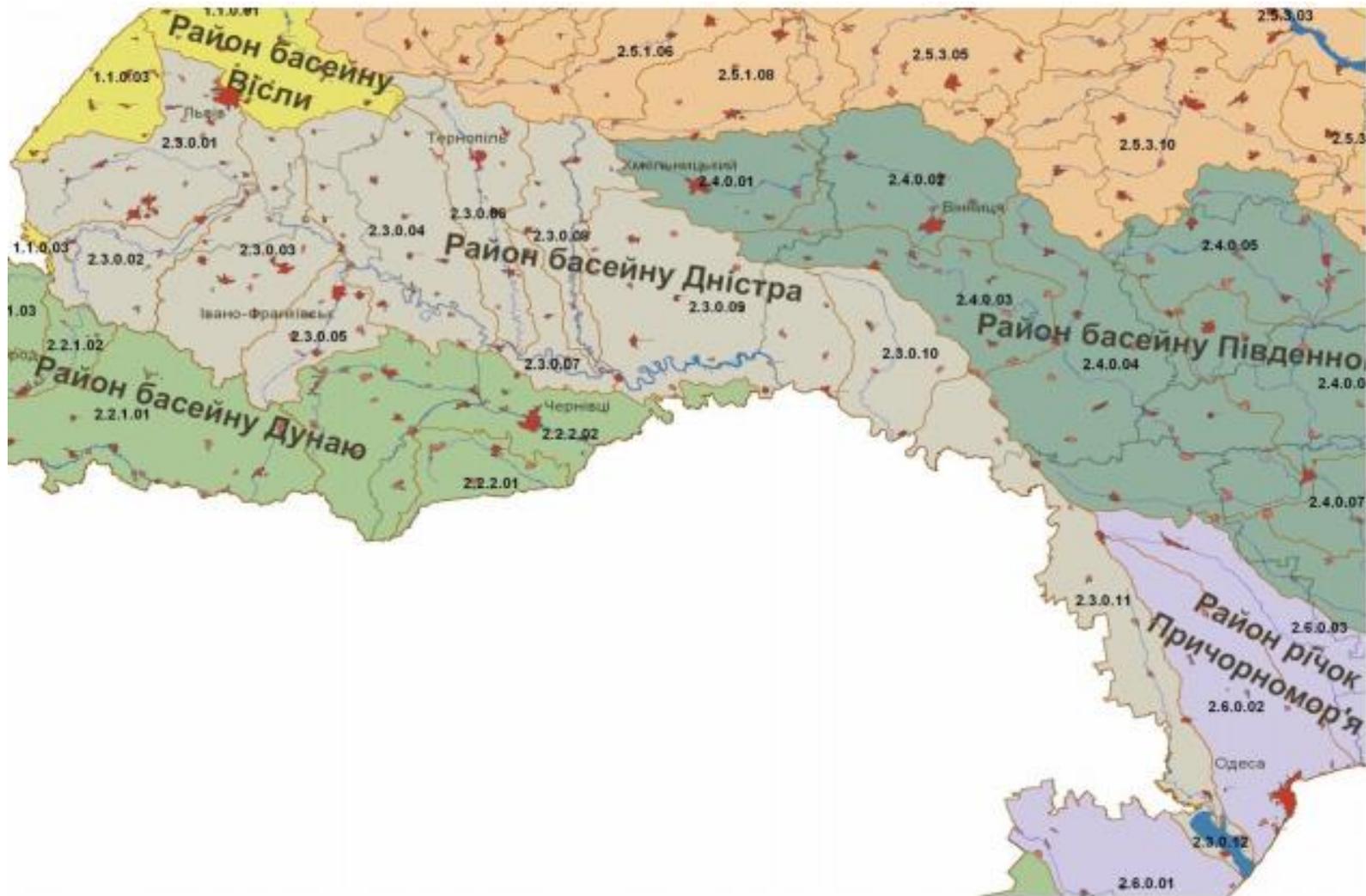
Схема ВХБ речного участка (по урав. Е.А. Позаченюк, З.В. Тимченко[10])



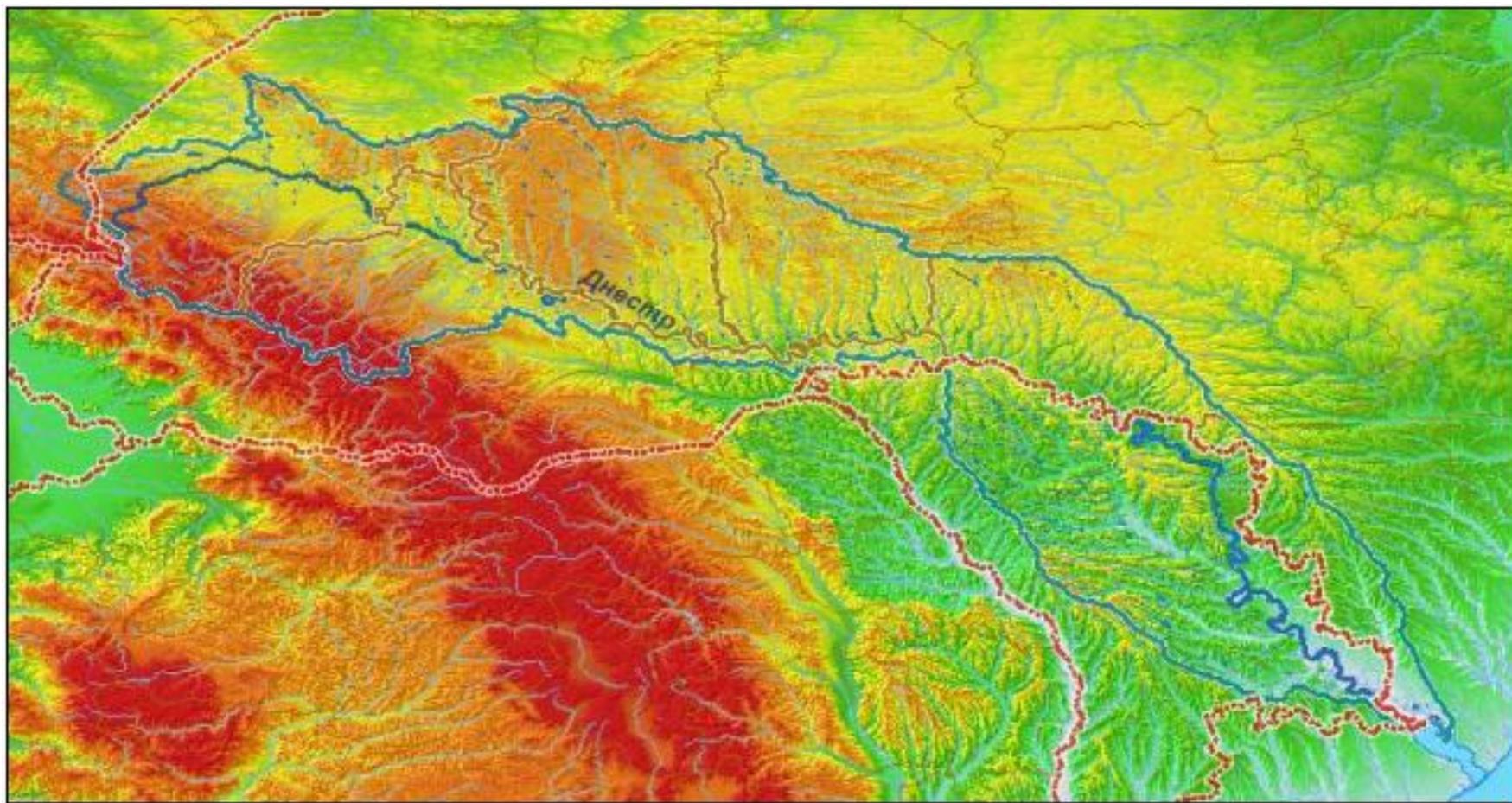
- Приходная часть баланса
- - - - -> Расходная часть баланса

- При этом, расчёт ВХБ ведётся как для балансовых участков реки сверху вниз по течению, так и для всей реки.
- При расчётах ВХБ для всей реки из приходной части по формуле (3) исключается составляющая W_v .
- Однако в данных уравнениях ВХБ бассей

Водохозяйственное районирование Украинской части бассейна Днестра



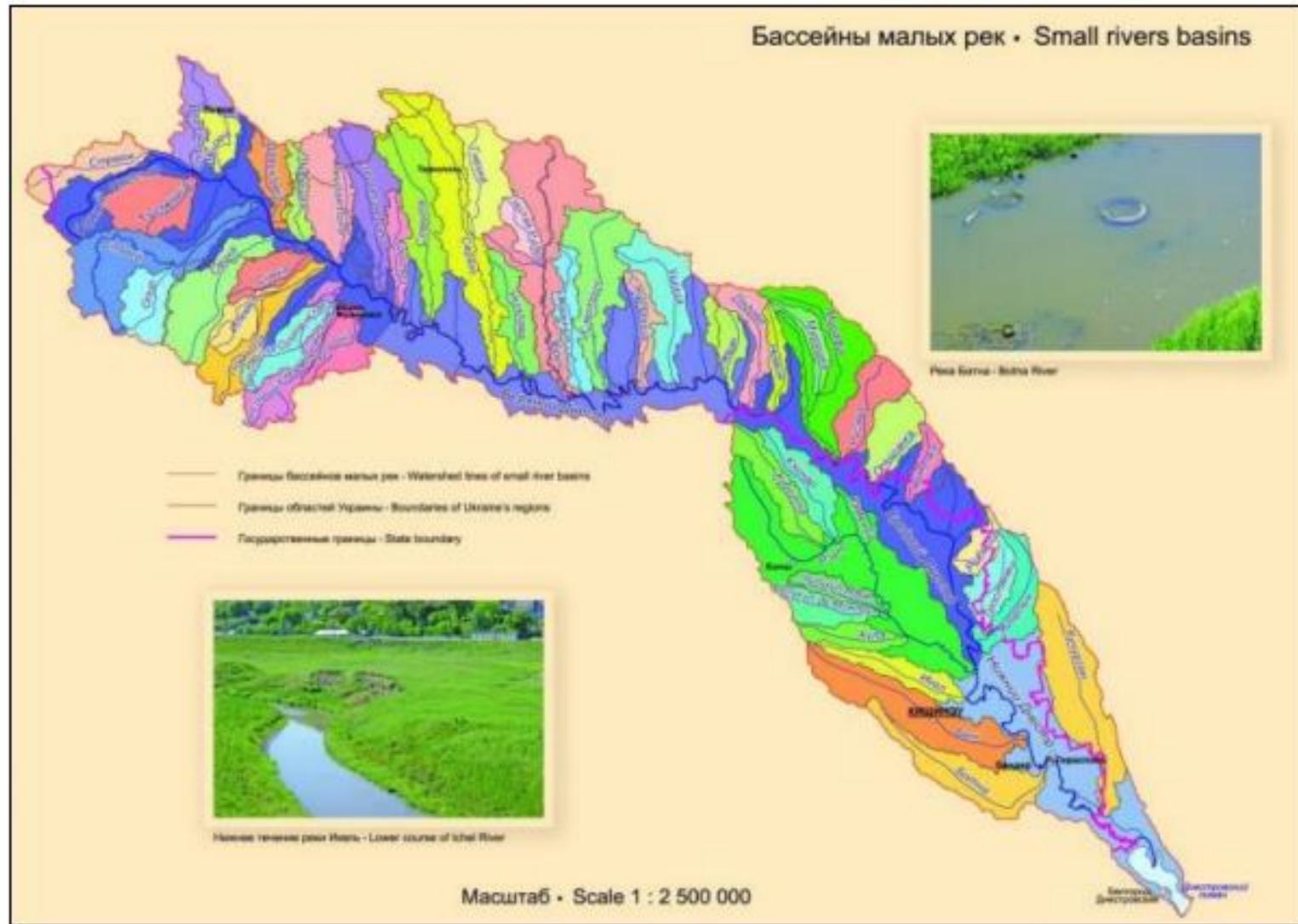
Рельеф бассейна р. Днестра



Гидрографическая сеть бассейна Днестра



Бассейны малых рек бассейна Днестра



Гидрологические посты на территории Молдовы(www.meteo.md/)



Водохозяйственное районирование территории среднего и нижнего течения

На основе результатов анализа карты гидропостов региона



МОЛДОВА (вкл. Приднестровье):

В/х участок 1 (в Украине и бассейне в целом – 09) – р. Днестр от устья р. Збруч до г/п Могилев-Подольский

В/х участок 2 (в Украине и бассейне в целом – 10) – р. Днестр от г/п Могилев-Подольский до устья р. Русава

В/х участок 3 (в Украине и бассейне в целом – 11) – р. Днестр от устья р. Русава до устья р. Реут

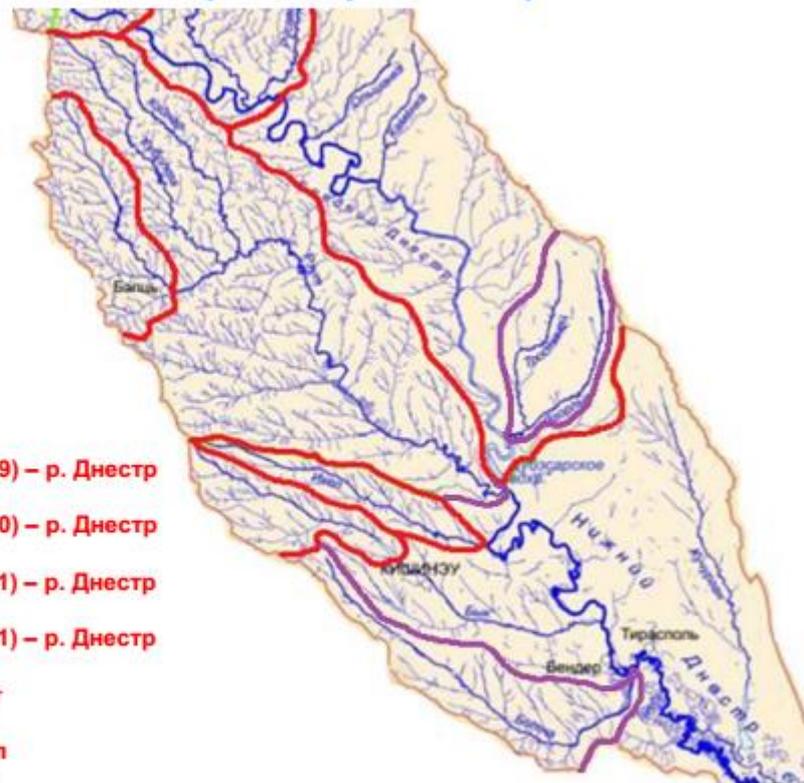
В/х участок 4 (в Украине и бассейне в целом – 11) – р. Днестр от устья р. Реут до устья (искл. р. Икел)

В/х участок 5 (в бассейне в целом – 13) – р. Реут до г/п Бельцы

В/х участок 6 (в бассейне в целом – 14) – р. Икел

В/х участок 7 (в бассейне в целом – 15) – р. Бык до г/п Кишинев

Еще возможны: 8 – р. Ягорлык, 9 – р. Реут, 10 – р. Ботна



Водохозяйственное районирование территории среднего и нижнего течения

Оптимизированный вариант 2 + Посты «Хрушка» і «Бендеры»



МОЛДОВА (вкл. Приднестровье):

В/х участок 1 (в Украине и бассейне в целом – 09) – р. Днестр от устья р. Збруч до г/п Могилев-Подольский

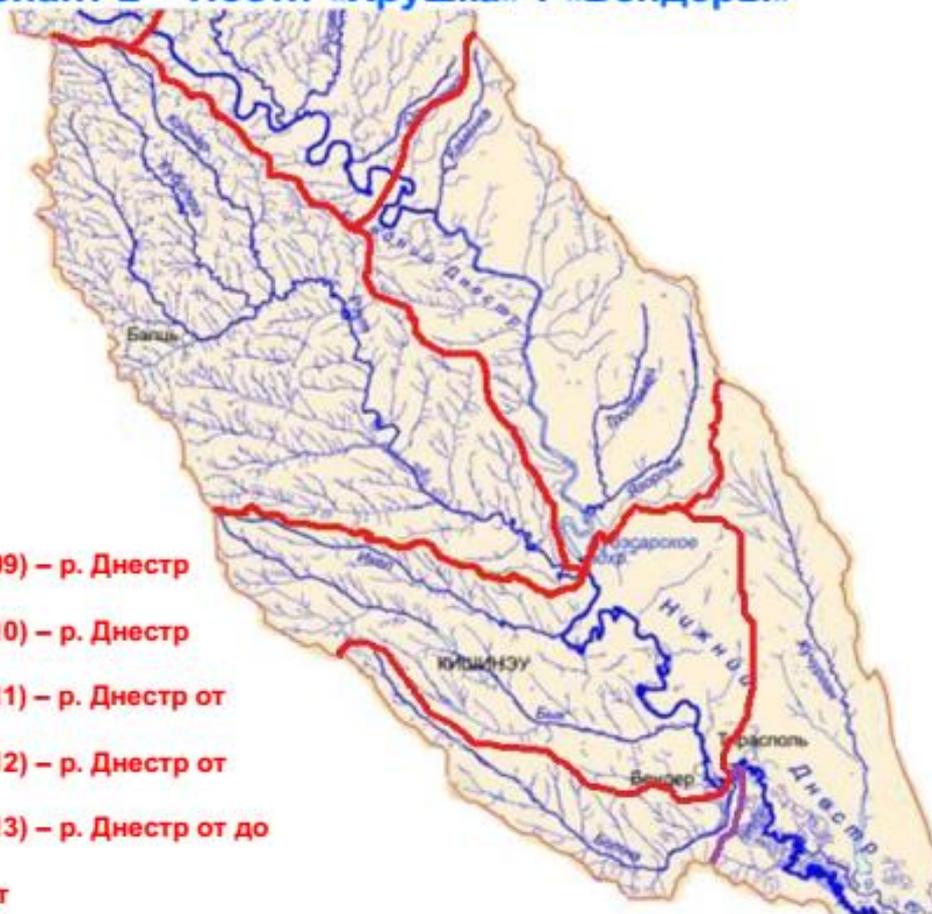
В/х участок 2 (в Украине и бассейне в целом – 10) – р. Днестр от г/п Могилев-Подольский до г/п Хрушка

В/х участок 3 (в Украине и бассейне в целом – 11) – р. Днестр от устья р. Русава до устья р. Реут

В/х участок 4 (в Украине и бассейне в целом – 12) – р. Днестр от г/п Хрушка до г/п Бендеры

В/х участок 5 (в Украине и бассейне в целом – 13) – р. Днестр от г/п Бендеры до устья

В/х участок 6 (в бассейне в целом – 14) – р. Реут



Водохозяйственное районирование территории среднего и нижнего течения

Оптимальный вариант, утвержденный на заседании Рабочей группы по в/х по районированию и балансу (03.07.2014 г., Кишиневу)

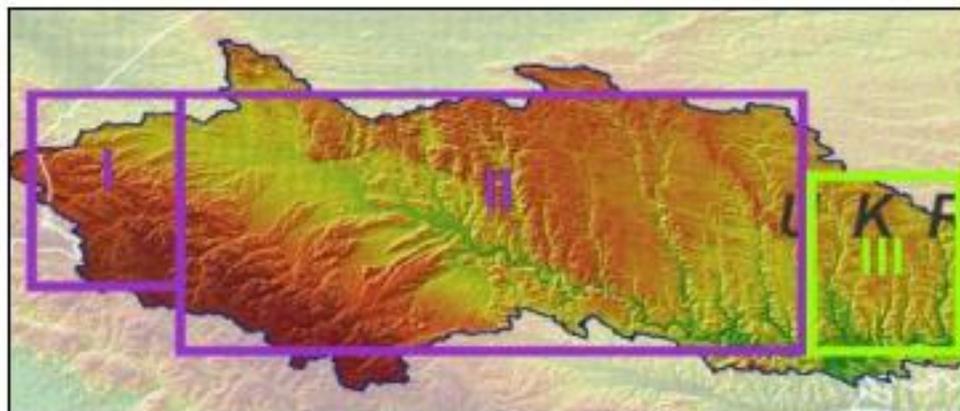


Водохозяйственные участки МОЛДОВЫ (вкл. Приднестровье):

- VXD 09*** – р. Днестр от устья р. Збруч до г/п Могилев-Подольский
- VXD 10** – р. Днестр от г/п Могилев-Подольский до г/п Грушка
- VXD 11** – р. Днестр от г/п Грушка до устья р. Реут
- VXD 12** – р. Реут от истока до г/п Бельцы
- VXD 13** – р. Реут от г/п Бельцы до устья
- VXD 14** – р. Днестр от устья р. Реут до г/п Бендеры
- VXD 15** – р. Бык
- VXD 16** – р. Днестр от до г/п Бендеры до устья
- VXD 17** – р. Ботна

*Нумерация еще может измениться, в случае изменения в/х районирования первых 8 участков на территории Украины – это возможно после анализа детальной информации по Украине
Закрывающий VXD бассейна 18 – Днестровский лиман

Водохозяйственное районирование территории среднего и нижнего течения



I = 01Укр+02Укр

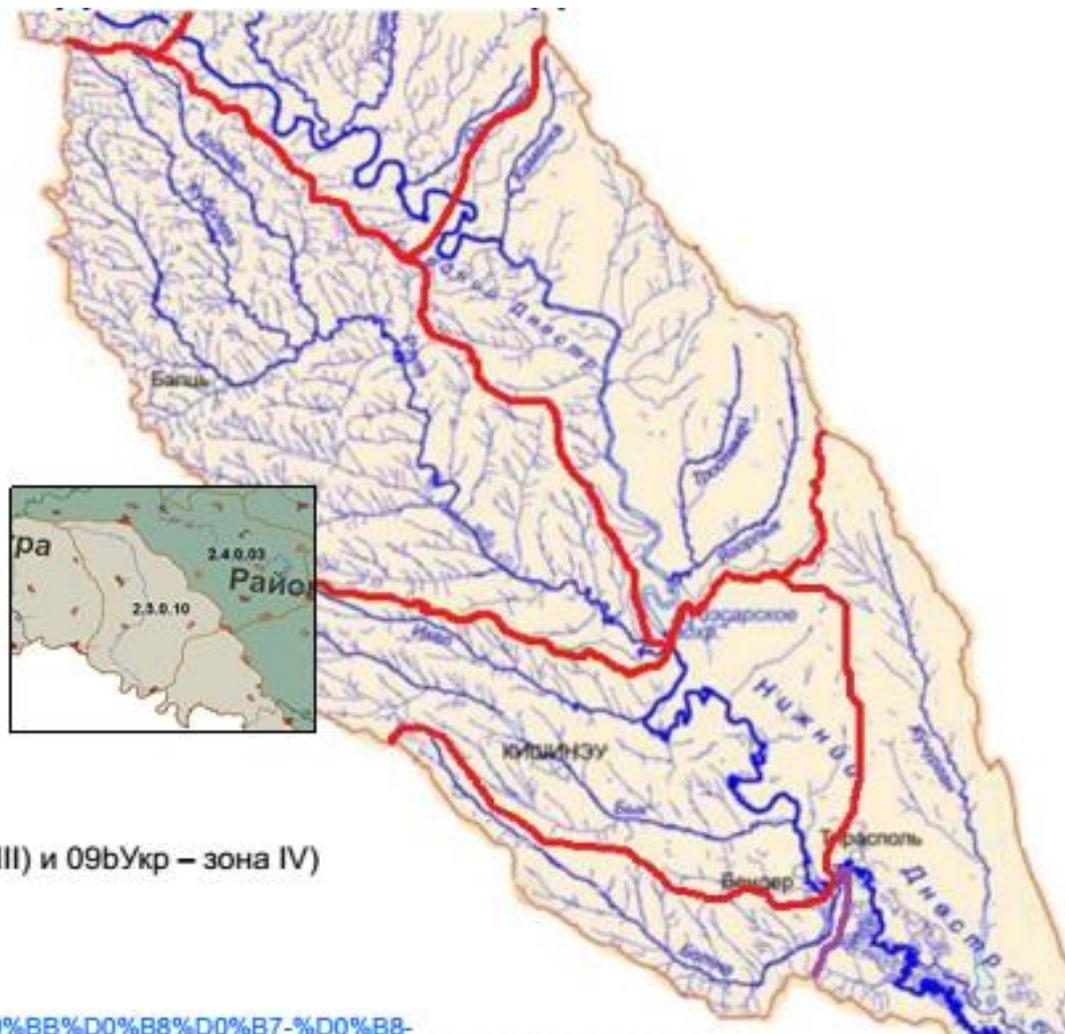
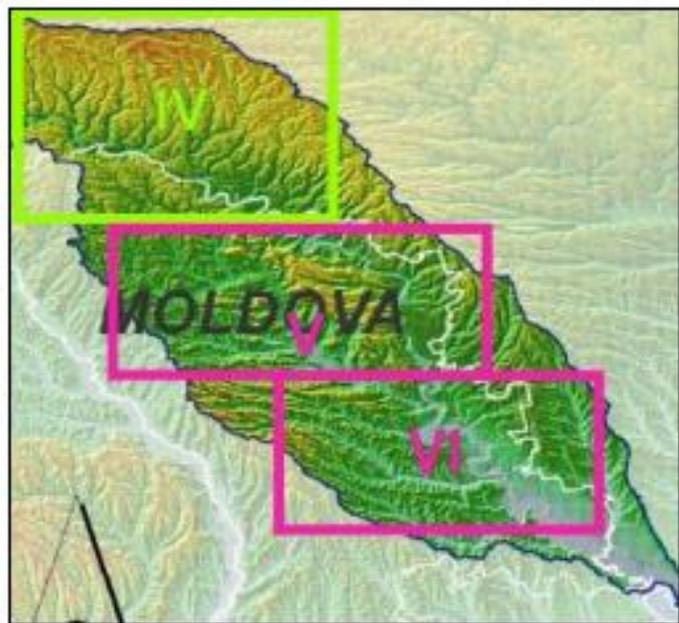
(возможно, еще надо выделить 01аУкр
(зона I – верховье) и 01bУкр – зона II)

II = 03Укр+04Укр+05Укр+06Укр+
+07Укр+08Укр

III = 09Укр



Водохозяйственное районирование территории среднего и нижнего течения

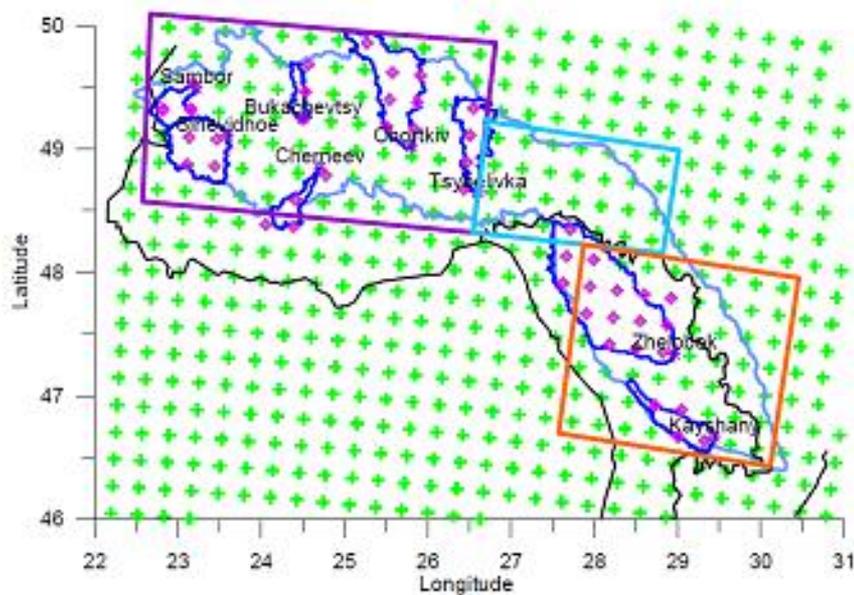


IV = 1(09Укр),

V = 2(10Укр)+3+6, VI = 4+5+7

(возможно, еще надо выделить 09аУкр (зона III) и 09бУкр – зона IV)

Сравнение варианта водохозяйственного районирования с картой районирования для изменения климата в бассейне р. Днестра



$$I = 01\text{Укр}+02\text{Укр}+03\text{Укр}+04\text{Укр}+05\text{Укр}+06\text{Укр}+07\text{Укр}+08\text{Укр}$$



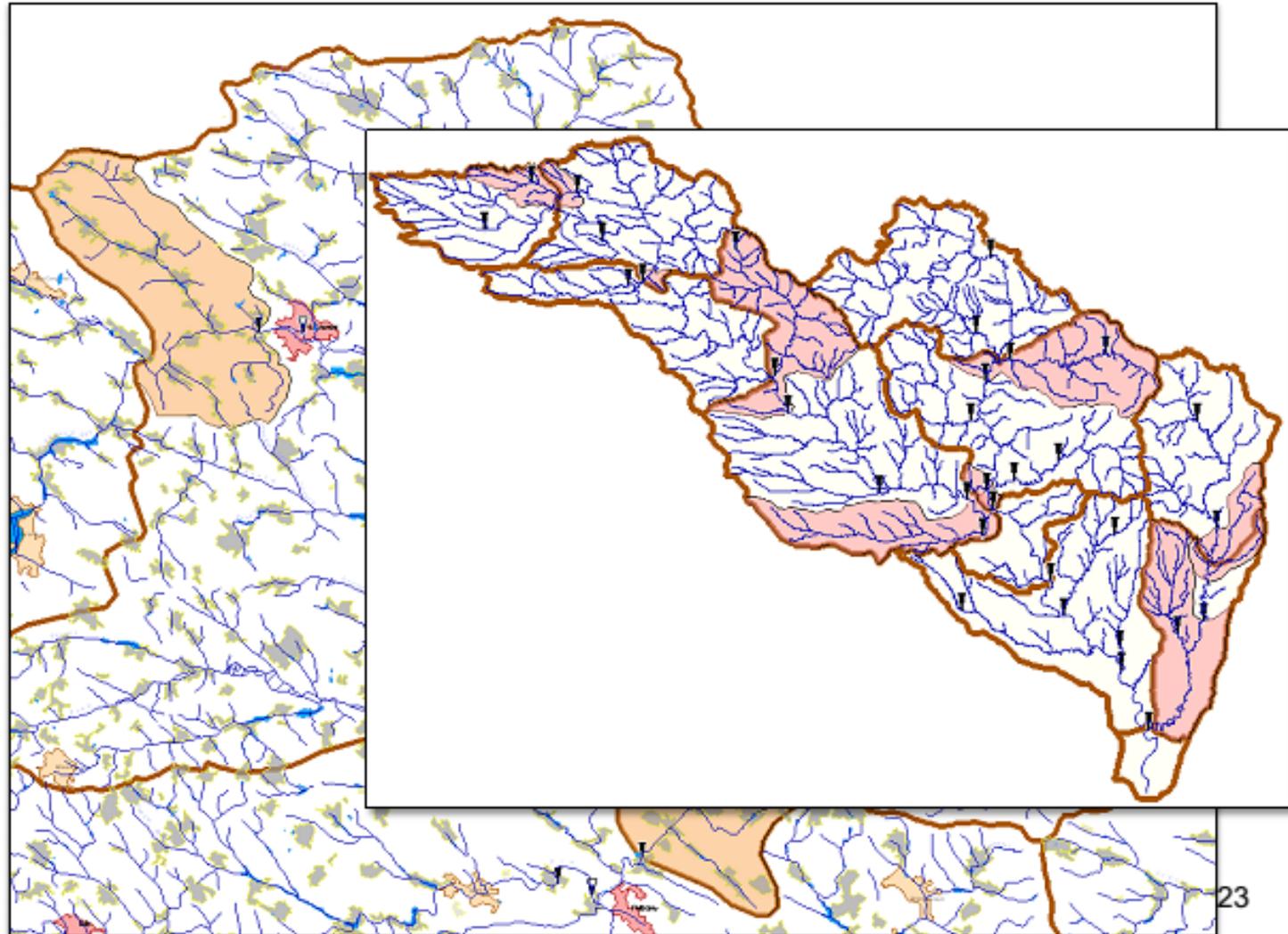
Сравнение варианта водохозяйственного районирования с картой районирования для изменения климата в бассейне р. Днестра



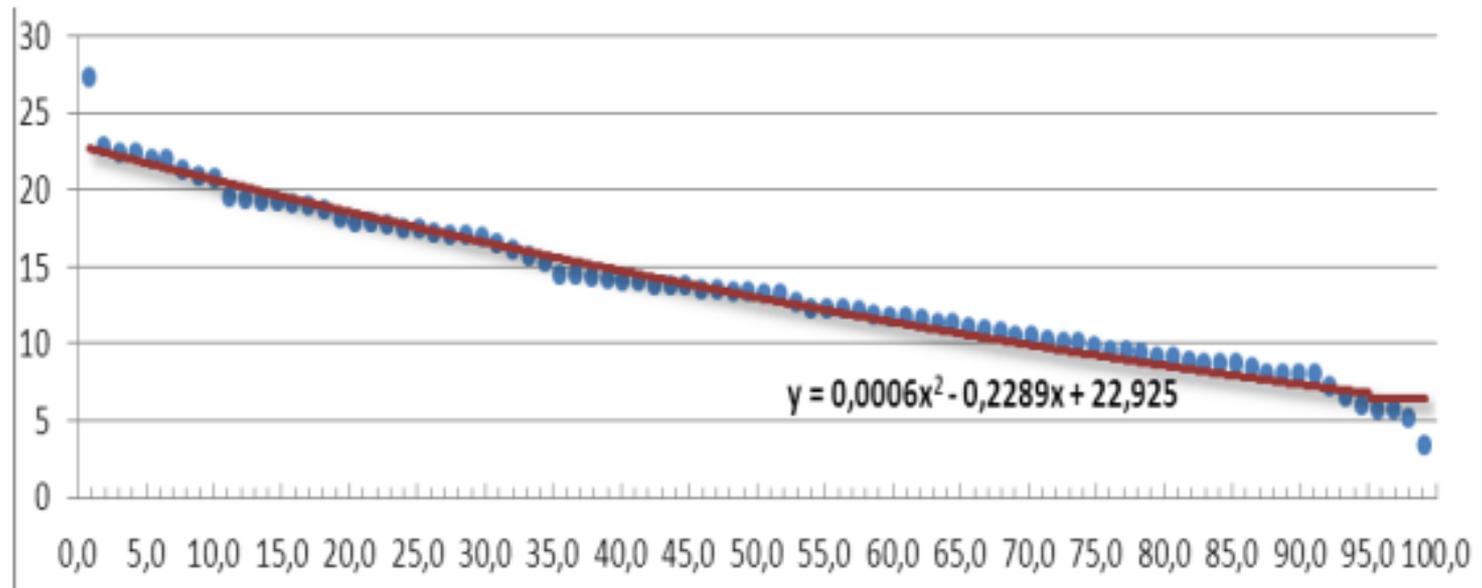
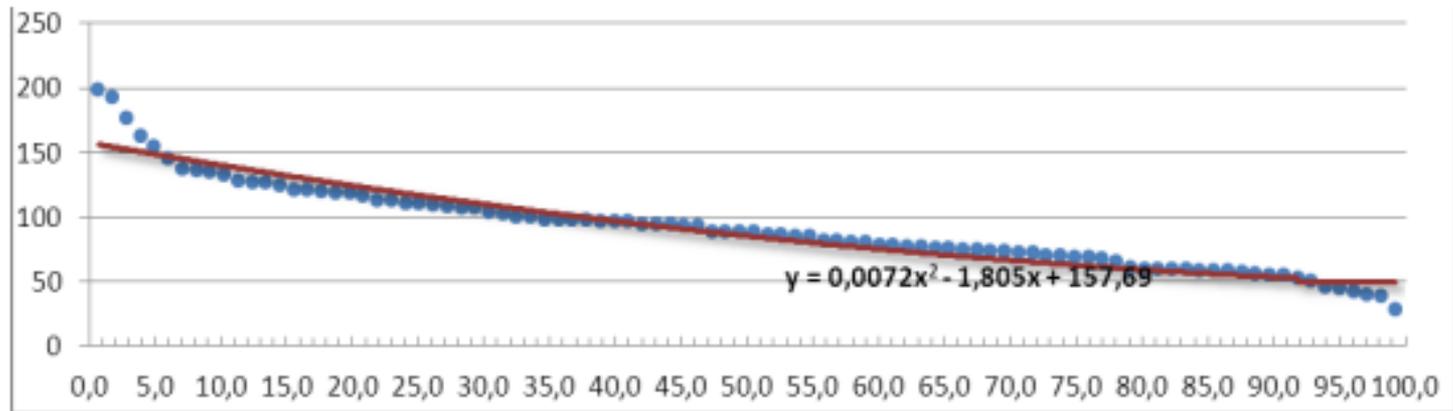
Опыт автоматизации расчета ВХБ на примере р. Южный Буг



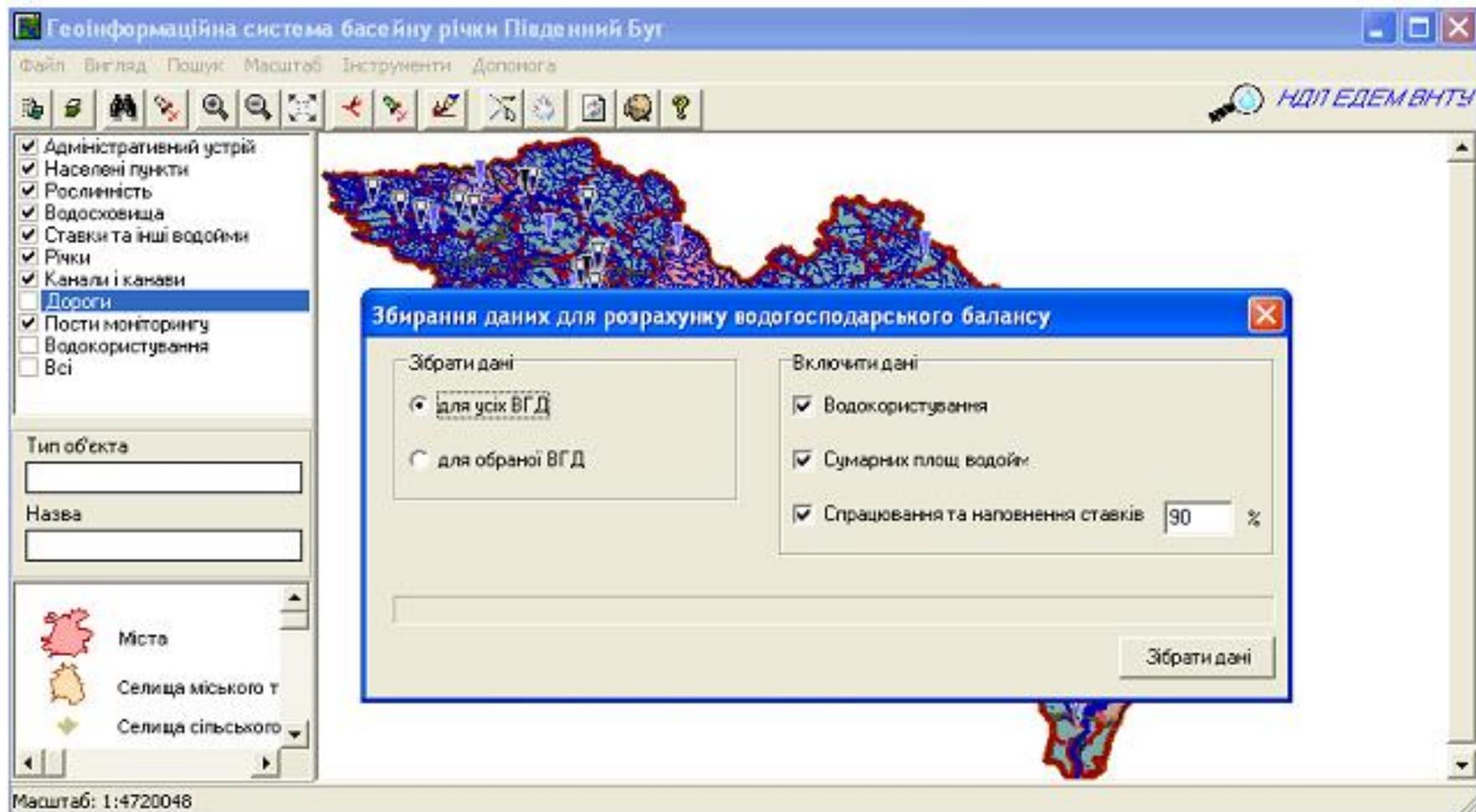
Пример определения дополнительных площадей для гидростов средствами ГИС



Пример построения кривой обеспеченности



Пример использования ГИС для расчета ВХБ



Пример результатов расчета ВХБ

Составляющие водохозяйственного баланса	Расчетные интервалы времени водохозяйственного года*												ГОД	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III		
I. Приходная часть:														
1. Объем стока, поступающий на расчетный ВХУ с вышележащих створов, $W_{вх}$	4463	9839	4930	4040	2944	1651	1497	953	556	488	439	456	32256	
2. Объем стока, формирующийся на расчетном ВХУ (боковая приточность), $W_{бок}$	70	155	84	69	51	29	26	16	10	6	6	6	528	
3. Дотация стока на ВХУ (внешние и внутрибассейновые переброски), $W_{дот}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4. Объем водозабора подземных вод в пределах, разрешенных для использования, $W_{вз}$ (питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	
5. Объем возвратных вод на расчетный ВХУ, $W_{вр}$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	
6. Сработка (+), наполнение (-) прудов и водохранилищ, $\pm \Delta V$	-3393	-1007	0	0	320	1258	1101	196	513	483	297	232	- 4400 + 4400	
7. Всего по приходной части (располагаемые ресурсы) :	1145	8992	5019	4114	3320	2943	2629	1170	1084	982	747	699	32844	
II. Расходная часть:														
8. Потери на дополнительное испарение и ледообразование из водохранилищ (с учетом возврата воды от таяния льда), $W_{исп}$	- 25	85	96	96	96	89	78	0	7	12	16	15	565	
9. Фильтрационные потери из водохранилищ, $W_{ф}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10. Уменьшение речного стока, вызванное отбором гидравлически связанных с ним подземных вод, $W_{у}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
11. Переброска части стока за пределы расчетного ВХУ, $W_{пр}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12. Суммарное водопотребление на ВХУ, $W_{вп}$, всего:	4	7	9	9	7	4	4	4	4	4	4	4	64	
в том числе:														
питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
производственное (промышленное) водоснабжение	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	
сельскохозяйственное водоснабжение	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
орошение сельскохозяйственных земель	0	3	5	4.5	2.5	0	0	0	0	0	0	0	15	
прочие водопользователи	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
13. Проектные требования к стоку в замыкающем створе ВХУ (комплексный попуск), $W_{пт}$, всего:	(450) 1165	(2000) 5360	(1350) 3497	(1350) 3618	(1300) 3484	(1200) 3108	(1000) 2680	(450) 1165	(400) 1072	(400) 1072	(400) 968	(400) 1072	(400) 1072	- 28261
в том числе:														
- санитарно-экологические попуски, m^3 / c	400	2000	1200	1200	1000	900	700	380	350	300	250	250	-	
- энерго-транспортные попуски, m^3 / c	450	1350	1350	1350	1300	1200	1000	450	400	400	400	400	-	
- хозяйственные попуски, m^3 / c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14. Итого расчетные требования к стоку на ВХУ, $W_{рт}$	1145	5453	3603	3724	3588	3202	2763	1170	1084	1089	989	1092	28902	
III. Результаты баланса, В :														
15. Дефицит водных ресурсов (-), Def	0	0	0	0	268	259	134	0	0	107	242	393	1403	
16. Резерв водных ресурсов (+), $W_{рез}$	0	3539	1416	390	0	0	0	0	0	0	0	0	5345	
17. Травзит стока на нижерасположенные ВХУ, $W_{тз}$	(m^3 / c), млн. m^3	(450) 1165	(3320) 8899	(1897) 4913	(1495) 4008	(1200) 3216	(1100) 2849	(950) 2546	(450) 1165	(400) 1072	(360) 965	(300) 726	(254) 679	- 32203

Адаптация баланса к изменениям климата

Для каждой составляющей баланса (x) из уравнения 1 нужно задать функцию ее пересчета в новое значение y в связи с изменением климата например по формуле линейной зависимости

$$y(x) = kx + b$$

Или в виде другой алгебраической функции для которой вид и значения коэффициентов K в зависимости от года или месяца T задаются отдельно для каждого участка (района)

$$y(x) = F(x, K, T)$$

Адаптация баланса к изменениям климата



Рис. 2.11. Изменение годового количества случаев сильных дождей (15-29мм/12год) в бассейне Днестра: 1 – трендциклическая составляющая, 2-тренд



Рис. 2.12. Изменение годового количества случаев очень сильных дождей (более 30мм/12час) в бассейне Днестра: 1 – трендциклическая составляющая, 2-тренд

Адаптация баланса к изменениям климата

Можно сделать аппроксимацию линейной зависимостью ожидаемого прироста значений характеристик на заданный период лет

