

## *Лекция №4*

**Тема: Особенности гидрогеолого-мелиоративного процесса на орошаемых землях. Этапы и определяющие их факторы. Характеристика гидрогеологических зон.**

### План:

1. Общие понятия и определения.
2. Факторы, определяющие особенности гидрологического процесса.
3. Зона питания потока грунтовых вод.
4. Зона разгрузки потока грунтовых вод.
5. Зона разгрузки и рассеивания потока грунтовых вод.

**Гидрогеологический процесс складывающейся из питания, стока, рассеивания подземных вод в общем круговороте воды, их количественных и качественных изменений во взаимодействии с горными породами, атмосферой, гидросферой, почвенным покровом и биосферой.**

**В орошаемых районах естественно исторически сложившейся гидрогеологический процесс нередко подвержен разному преобразованию. Характер и направленность гидрогеологического процесса в значительной мере зависит от хозяйственной деятельности человека, а иногда и определяется ею.**

**Его направленное регулирование различными методами составляет одну из основных задач сельскохозяйственной мелиорации, а показание самого процесса и его закономерностей как средства гидрогеологического обоснования мелиоративных мероприятий входит в задачу мелиоративной гидрогеологии.**

**Особенности (показатели) климата и особенности рельефа и геолого-геоморфологического строения массивов определяют гидрологические условия и гидрогеолого-мелиоративную обстановку.**

**А**      *Особенность:*

Климат относится к группе теплых климатов; изотермы самого холодного в году месяца января не опускаются ниже  $-3\text{ C}$ ; среднегодовая температура воздуха от  $14-15\text{ C}$  на севере, до  $17-18\text{ C}$  на юге

**б)**

Резкая континентальность, проявляющаяся в значительных колебаниях температуры воздуха в суточном и годовом размере

В)

Крайняя засушливость климата, которая выражается малым количеством атмосферных осадков (100-200 мм/год в предгорной зоне) и высокой испаряемостью (1400-2400 мм/год), интенсивной деятельностью ветров

Г)

Контрастность в смене засушливости и важных периодов года; зима и особенно весна очень короткие и влажные; лето длительное, почти безоблачное, очень жаркое, почти без осадков

Приведенные  
характеристики  
климата  
предопределили  
малую  
водообильность  
потоков подземных  
вод и затрудненные  
условия стока и  
водообмена,  
способствующие  
соленакплению в  
грунтовых водах и  
почвогрунтах.

Таблица 3  
Характеристика гидромодульных районов

Гидромодуль- ный район	Почвы	Глубина зале- гания грунто- вых вод, м
	<b>Автоморфного ряда — формирующиеся без влияния грунтовых вод</b>	>3
I	Маломощно суглинистые на песчано-галечниковых отложениях и мощные песчаные	
II	Среднемощные суглинистые на песчано-галечниковых отложениях и мощные супесчаные	
III	Мощные суглинистые и глинистые	
	<b>Переходного ряда — формирующиеся при слабом влиянии грунтовых вод</b>	2—3
IV	Легкосуглинистые и супесчаные	
V	Суглинистые и глинистые	
	<b>Гидроморфного ряда — луговые, формирующие при умеренном влиянии грунтовых вод</b>	1—2
VI	Легкосуглинистые и супесчаные	
VII	Суглинистые и глинистые	
	<b>Болотно-луговые — формирующиеся при избыточном влиянии грунтовых вод</b>	0,5—1
VIII	Легкосуглинистые и супесчаные	
IX	Суглинистые и глинистые	

**Вторая**  
**особенность:**

Состоит в том,  
что  
рассматриваемые  
равнины  
оформированы  
под влиянием  
трех основных  
процессов  
осадконакоплен  
я:

1) аллювиальное осадконакопление (это древние и современные долины- Амударьи, Сырдарьи, Зеравшана и Кашкадарьи и их притоков);

2) аллювиально-приювиальное накопление конусов выноса небольших рек - Санзара, Шерабаддарьи и др.

3) пролювиально-делювиальные образования шлейфов низкогорий и мелких конусов выноса, временно действующих водотоков и обширных лессовых равнин как Кокаральская степь, Ломакинское плато

Рассмотрим каждый из этих процессов:

1) Аллювиальные отложения рассматриваемых равнин однородное строение ( $Q_3, Q_4$ ) с мощностью до 60-100м, т.е. в зоне практического действия дренажных систем. В разрезе можно выделить две пачки: верхняя состоящая из переслаивающихся супесей, суглинков, часто с прослойками песков и глин. Общая мощность почти 3-20м (дельта Кашкадарьи и Зарафшана) до 50-70м (в долинах Сырдарьи и Амударьи; представленная песками от тонкозернистых до разнозернистых, общей мощностью от 5-20м (Кашкадарья) до 30-70м (Сырдарья, Амударья).



2) В аллювиально-пролювиальных отложениях, слагающих крупные конуса выноса, в отличие от аллювиальных отмечена четкая дифференциация обломочного материала, в направлении от гор к периферийной части конусов выноса.

Верхняя часть сложена галечниками и щебнистыми породами, имеется линзы песков, супесей и суглинков мощностью до нескольких метров. С поверхности перекрыты суглинками и супесями мощностью 1,5-1м до 3,0м.

В центральных частях конусов выноса толще галечников расчленяется на 2-3 пачки и постепенно замещается песчаными породами; мощность покровных глинистых отложений увеличивается до десятков метров.

Наконец, в периферийных частях конусов выноса песчаные горизонты выклиниваются или сохраняются как прослои

**3) Делювиально-пролювиальными осадками образованы крупные лессовые равнины - Кокаральская степь и Ломакинское плато в Голодной степи, Карнабчульская степь в бассейне Кашкадарьи и Кызырыкдарья в бассейне Сурхандарьи.**

**Эти равнины сложены (до 100-200м) мощными толщами лессовидных супесей и глин; на глубине более 20м встречаются песчаные прослои мощностью 3-5м.**

Третья особенность геоморфолого – литологического строения рассматриваемой территории состоит в том, что в концевых частях описанных аллювиально-делювтовых равнин и в зонах их сопряжения с аллювиально-пролювиальными равнинами развиты крупные, вытянутые в рельефе на десятки километров понижения. Это в Каршинской степи- Шорсайское, в Голодной степи- Арнасайское. Эти понижения плоскодонные, глубиной до 10,0м. Такие понижения - Джетысай, Сардоба, Корой в Голодной степи, Чарачилское- в Каршинской степи.

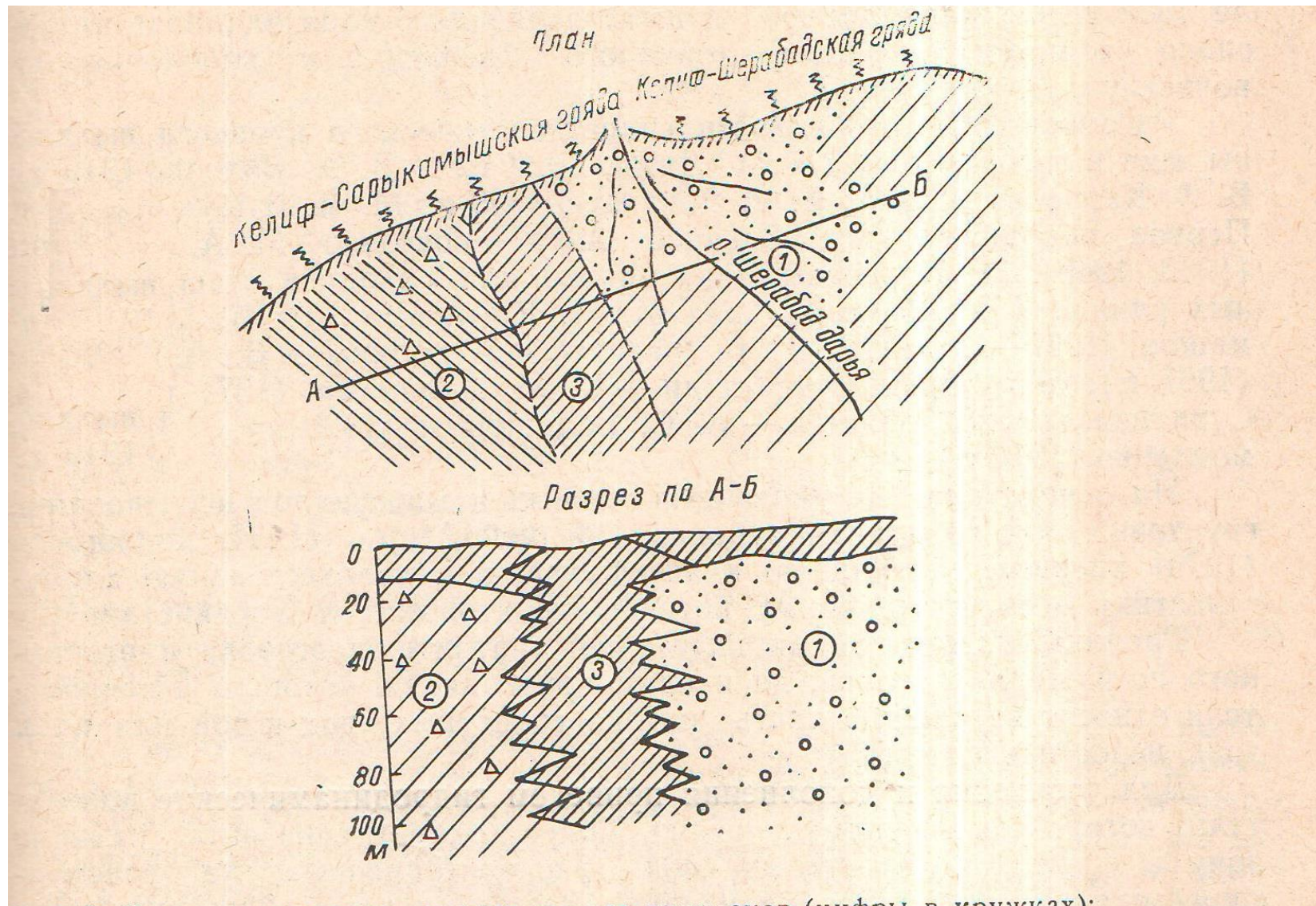


Рис. 6. Схема сопряжения конусов выноса водотоков (цифры в кружках):

1—конус выноса р. Шерабаддарья, галечники и пески с покровом супесей и суглинков; 2—слившиеся конусы выноса временно действующих водотоков низкогорий, щебень с суглинистым заполнителем, пески; 3—межконусовое пространство (30 км<sup>2</sup>), суглинки преимущественно тяжелые и глины.

Четвертая особенность выражена в том, что в зонах сопряжения конусов выноса мелких рек и временно действующих водотоков размещены значительные по размерам (десятки квадратных километров) межконусные пространства, сложенные очень слабопроницаемыми породами. Эти земли, несмотря на большие уклоны (до 0,007), характеризуются затрудненными условиями подземного стока, при орошении потребуются мелиорация

Пятая особенность геоморфолого-литологического строения- широкое развитие эоловых аккумуляций в краевых частях рассматриваемых массивов, наиболее интенсивно проявившихся в верхнечетвертичное время. Это эоловые пески до глубины 30м, распространенные на границе Голодной степи, Шерабадской и Каршинской степи. Эти пески, когда они залегают близко к поверхности, создают благоприятные условия местного оттока воды и существенно облегчает работу дренажа при мелиорации земель

Во всех потоках грунтовых вод на рассмотренных равнинах отчетливо прослеживается известная зональность в направлении от зон питания к зонам расходования. Так, на предгорных наклонных равнинах и в вершинных частях конусов выноса водотоков, сложенных обычно сильнопроницаемыми щебнисто-галечниковыми породами, расположена зона питания и транзита потоков, пресных и солоноватых подземных вод, характеризуются хорошей дренированностью, обеспеченным оттоком и устойчиво глубоким (более 10м) залеганием зеркала воды, не влияющим на почвенные условия (почвы автоморфные).

Высокая водопроницаемость разреза, от нескольких сотен до 1000м в сутки и более, значительные уклоны потоков (0,01-0,004) и некоторая расчлененность рельефа обеспечивают при орошении подземный отток инфильтрационной воды на нижерасположенные земли, поэтому подтопление происходит лишь частично в нижних и средних частях зон транзита, а на остальной территории искусственного водопонижения не требуется.

На центральных и периферийных частях конуса выноса проводимость водоносных пород резко уменьшается за счет выклинивания галечников и замещения их песчанно-глинистыми породами.

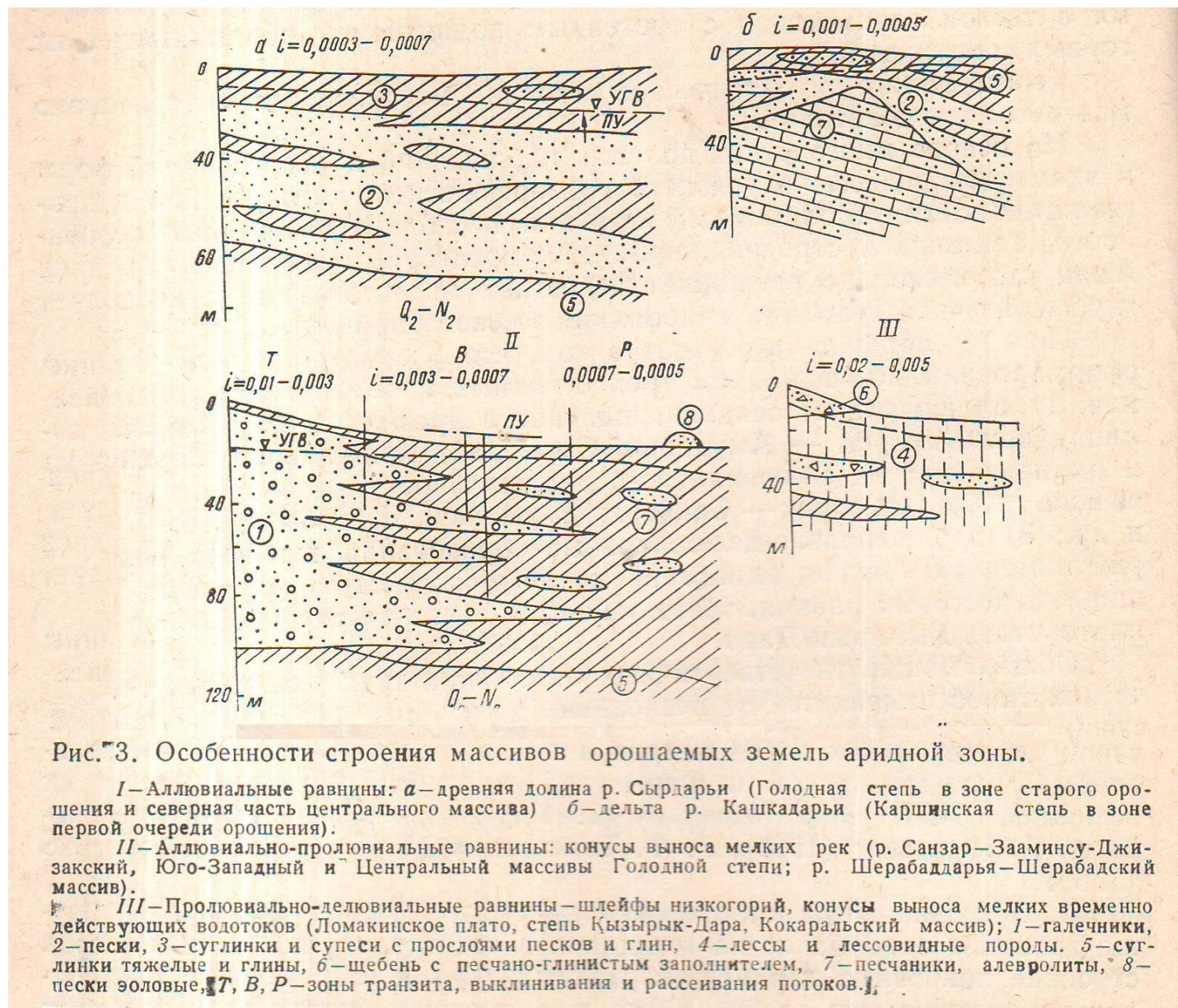


Поток расчленяется на несколько горизонтов этажами, приобретает напорный характер и в большей части разгружаются путем расхода воды на испарение. В этой зоне вертикальный водообмен резко преобладает над горизонтальным; грунтовые воды характеризуются устойчиво близким (до 3м, редко до 5) залеганием уровня и высокой минерализацией (5-50г/л), сульфатным и хлоридно-сульфатным типом. Орошение таких земель требует предварительных промывок и строительство системы дренажа; почвы гидроморфные.

Наконец, на периферийных частях конусов выноса и на плоских аллювиальных и аллювиально-дельтовых равнинах рассматриваемой территории располагается третья зона - вторичного погружения и рассеивания потоков, соленых сульфатно-хлоридных грунтовых вод.

В третьей зоне потоки грунтовых вод имеют застойный характер; в природе (без орошения) очень малый внешний приток подземной воды из вышерасположенной зоны разгрузки компенсируется ничтожным внутригрунтовым испарением и подземным оттоком в песчаные пустыни, обрамляющие равнины (например: Кызылкумы западной части Голодной степи) или в сопредельные понижения, служащие локальными областями конечного стока грунтовых вод (Шорсой, Арнсай).

При сплошном орошении крупных массивов инфильтрационное питание идет главным образом на подъем уровня грунтовых вод; после достижения капиллярной каймой почвенного слоя начинает интенсивно развиваться процесс вторичного засоления и заболачивания почвогрунтов.



## **Зона питания и транзита потока грунтовых вод.**

Зона расположена на предгорных наклонных равнинах и в вершинных и центральных частях конусов выноса водотоков. В зависимости от водности года изменяется площадь питания. В природном облике зоны характеризуются следующими показателями: однослойное фильтрационное строение; обеспеченный сток и глубокое ( $>5,0\text{м}$ ) залегание уровня грунтовых вод, устойчивое, но способное изменяться при орошении в зависимости от интенсивности инфильтрационного питания, типичный стоковый режим уровня грунтовых вод, переходящий в инфильтрационно-стоковый при орошении

Потоки радиально расходящиеся. Живое их сечение по мере продвижения от вершины к периферии увеличиваются за счет расширения фронта и существенного увеличения мощности. В этом же направлении уменьшаются общая проводимость водосодержащих пород и градиенты потоков, поэтому вниз по потоку развивается подпор и зеркало воды приближается к поверхности.

Нижней границей зоны транзита надо считать то сечение по фронту потока, где начинает проявляться заметный подпор и разгрузка потока (уровень грунтовых вод поднимается к глубине 3-5м, водоносный горизонт расчленяется на несколько этажей, формируется местная напорность).

Природный режим уровня грунтовых вод- режим стока.  
Годовая амплитуда уровня на мелких конусах выноса 3-5м, а на крупных не превышает 1,0м

Орошение зоны транзита значительно изменяет природный облик:

- 1) Производительность потока пополненного инфильтрационной оросительной водой увеличивается;
- 2) Величина инфильтрационного питания грунтовых вод в значительной части зоны транзита превышает пропускную способность потока, что вызывает подпор уровня воды, развивающейся снизу вверх по потоку;
- 3) Следствием подпора является с одной стороны подтопление и заболачивание (иногда частичное засоление) почвогрунтов на нижней части зоны транзита, а с другой- значительное увеличение восходящего питания грунтовой воды и интенсивное засоление почв в нижерасположенной зоне разгрузки.

Этим обусловлены две главные и взаимосвязанные задачи гидрогеологического прогноза:

1) Определение создаваемой орошением верхней границы подтопления земель в зоне транзита при заданной интенсивности инфильтрационного питания грунтовых вод;

2) Определение величины дополнительного питания потока грунтовых вод в зоне разгрузки в результате подпора его в зоне транзита.

Подтопление, даже большой территории не вызывает резкого проявления процесса вторичного засоления земель. На подтопленных обычно слабозасоленных землях чаще развиваются заболачивание и луговые процессы почвообразования, однако при этом резко ухудшается мелиоративное состояние нижерасположенных земель, где увеличивается восходящее питание грунтовых вод и под влиянием испарения интенсивно протекает процесс вторичного засоления почвогрунтов.

Борьба  
предотвратить  
усиление напорного  
питания грунтовых  
вод, а также  
уменьшить, насколько  
это возможно  
природное питание  
потоков в зонах  
разгрузки путем  
перехвата части  
потоков в зонах  
транзита системой  
дренажа, на наш  
взгляд — самое  
действенное  
мелиоративное  
мероприятие.

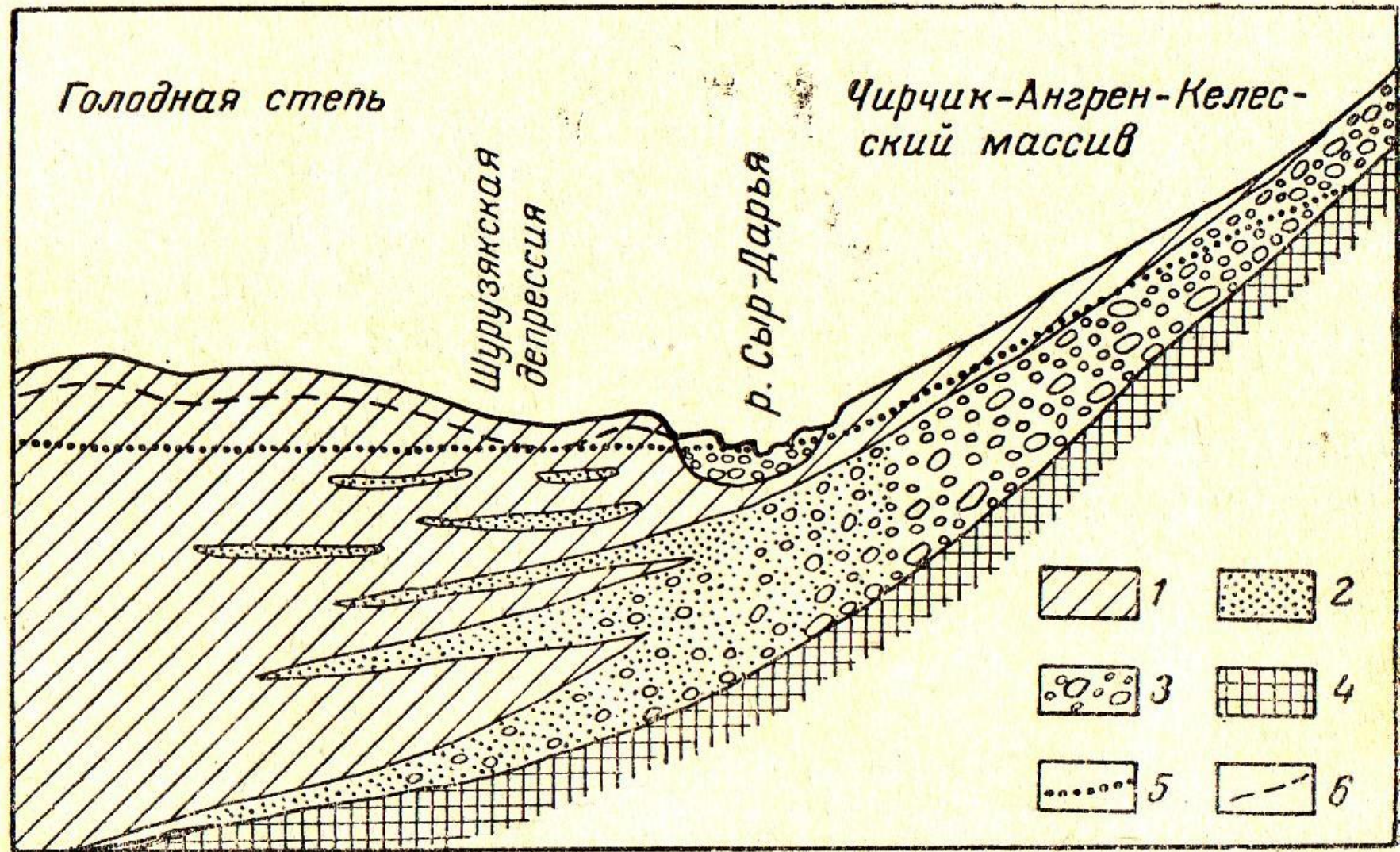


Рис. 51. Схема гидрогеологического строения Голодной степи  
1 — суглинисто-глинистая толща; 2 — пески; 3 — галечники; 4 — коренные породы; 5 — зеркало грунтовых вод до орошения; 6 — зеркало грунтовых вод, установившееся в результате орошения



### **Зона разгрузки потоков грунтовых вод.**

Зона расположена на центральных и периферийных частях конуса выноса. Уровень соленых грунтовых вод в природе и при орошении залегает устойчиво близко (до 3м, редко до 5м). Зона имеет сложное фильтрационное строение – двух и многопластовые системы со слабопроницаемым покровным и разделяющими слоями, сильнопроницаемыми ( $>>100\text{м}^2/\text{сут}$ ) водоносными пластами, содержащими обычно солоноватую, редко пресную воду.

Пьезометрическая поверхность отмеченных горизонтов повсеместно располагается выше уровня грунтовых вод, что в условиях затрудненного и общего местного стока воды вызывает резкое преобладание вертикального водообмена над горизонтальным; т.е. расход воды на испарение компенсируется восходящими токами воды из этих горизонтов.

Режим - испарительный, при орошении -  
инфильтрационно-испарительный.

Границей между описываемой зоной разгрузки и зоной вторичного погружения и рассеивания потока надо считать то сечение по фронту потока, где песчано-галечниковые водоносные горизонты полностью замещаются глинистыми породами или где эти горизонты прерываются и теряют напорность, зеркало воды погружается глубже 5м и поток приобретает крайне застойный характер

Баланс грунтовых вод в этой зоне надо считать компенсированным. Упрощенное уравнение имеет вид:

$$q_n = u + q_0$$

где:

$q_n, q$  - приток грунтовой воды на верхней границе зоны и остаток на нижней;

$u$  - суммарное испарение грунтовых вод между отмеченными границами.

Балансовые расчеты показали, что величина испарения в этих зонах и следовательно восходящего расхода воды составляет 75-95% общего подземного притока.

Расчет величины испарения определяются для условий Голодной степи, определяется формулой С.Ф.Аверьянова, и упрощенная И.С.Пашковским:

$$U = 2,2 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{z}{2,9}\right)$$

где:

$U$  - интенсивность испарения,  $\text{м}^3 / \text{сут} \cdot \text{м}^2$ , при глубине грунтовых вод  $z$ , м.

Зависимость применима при  $0,4 < z < 2,7 \text{ м}$ .

Поскольку разгрузка грунтовых вод в рассматриваемой зоне, как видно из баланса потока, компенсируется восходящим притоком воды из глубоких горизонтов, важно определить этот приток и сравнить результаты с приведенными данными. Единичный расход восходящего потока воды из водоносного пласта в покровный слой определяется по Дарси:

$$q = K_{\text{в}} \frac{\Delta h}{m_{\text{в}}}$$

где:

$q$  - расход,  $\text{м}^3 / \text{сут} \cdot \text{м}^2$ ;

$K_{\text{в}}$  - коэффициент фильтрации, м/сут;

$m_{\text{в}}$  - мощность пород покровного слоя, м;

$\Delta h$  - превышение пьезометрического уровня воды водоносного пласта над уровнем грунтовых вод, м.

**Режим уровня грунтовых вод (в покровном)-испарительный. Для него характерно минимальное положение зимой и осенью, подъем весной (до мая) и спад до минимума летом. Годовая амплитуда увеличивается по мере приближения уровня воды к поверхности.**

**По среднегодовым данным для территории Узбекистана получены следующие значения: при средней глубине залегания уровня грунтовых вод 0-1м годовая амплитуда уровня воды составляла 1,5-2,0м, при 1-2м- 1,0-1,5м, при 2-3м-0,3-1,0м, при 3-5м-до 0,3м.**

**В отличие от горизонта грунтовой воды в покровном слое, пьезометрический уровень подстилающих этот слой водоносных горизонтов характеризуется довольно стабильным положением в течение года. Это объясняется малыми изменениями его в вышерасположенной зоне транзита воды, где он имеет свободную поверхность.**

**Таким образом, гидрогеолого-мелиоративные условия рассмотренной зоны разгрузки неблагоприятны для развития поливного земледелия. Орошение невозможно без заблаговременного строительства дренажа, рассчитанного на сработку инфильтрационного питания грунтовых вод и расход воды на испарение, происходящий в природе**

**Следовательно, неоспорима целесообразность перехвата, хотя бы части потока, разгружающегося на испарение, рядами дренажных скважин на верхней границе зоны, а также одиночными скважинами или кустами скважин на всей площади зоны разгрузки, где в разрезе встречаются песчаные и галечниковые горизонты, если машинная откачка воды из них окажется экономически эффективнее строительства и эксплуатации горизонтального дренажа. Перехват части потока грунтовых вод, поступающего в зону разгрузки, становится особенно необходимым при орошении крупных массивов, включая зону транзита потоков грунтовых вод**

Откачиваемую  
воду  
целесообразно  
использовать на  
орошение и  
хозяйственно-  
технические  
цели

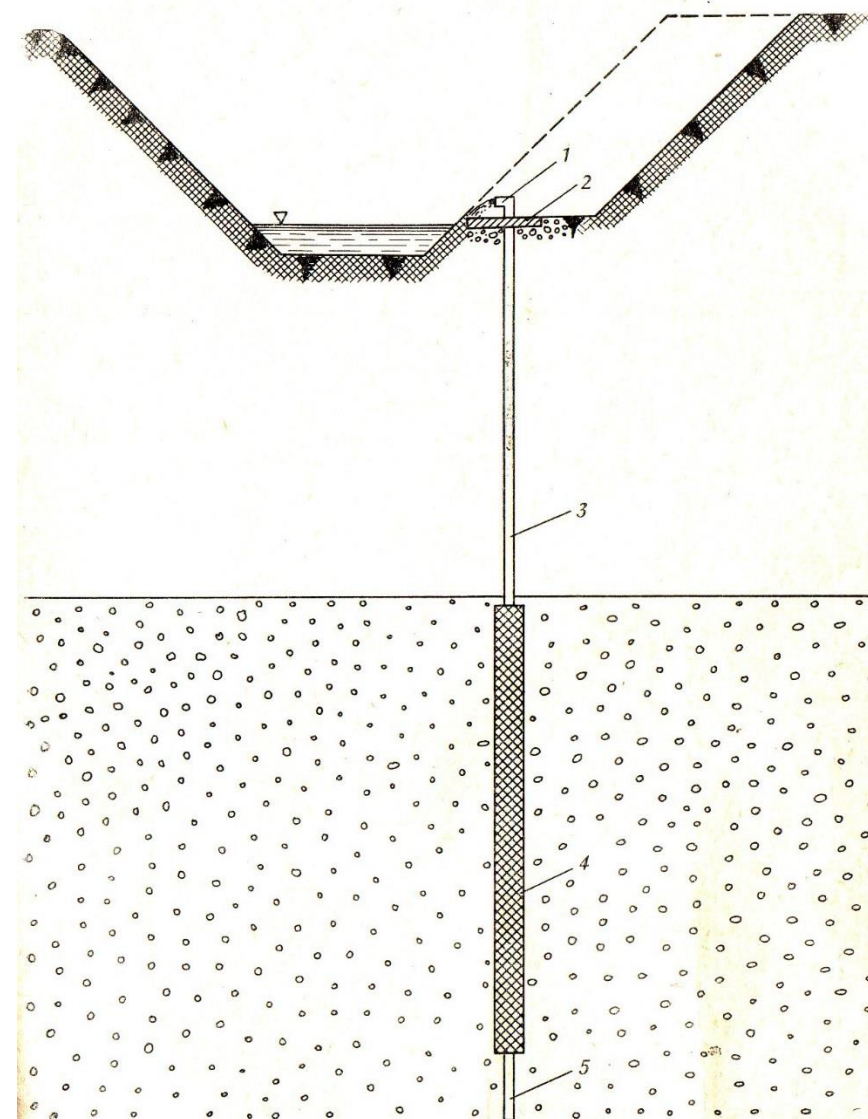


Рис. 8. Комбинированный дренаж (данные ТуркменНИИГиМ):  
1 — оголовок (сливная часть усилителя); 2 — бетонная плита; 3 —  
глухая часть отводящей трубы; 4 — фильтр; 5 — отстойник



### **Зона погружения и рассеивания потоков грунтовых вод.**

Зона расположена на периферийных частях конусов выноса и на плоских аллювиальных и аллювиально-дельтовых равнинах.

Уровень соленых сульфатно-хлоридных и хлоридных грунтовых вод залегает неустойчиво и преимущественно глубоко (более 5м) до начала орошения и устойчиво близко после нескольких лет орошения. Зона имеет сравнительно простое фильтрационное строение - условно однослойный неоднородный пласт (супеси, суглинки с линзами песков и пылеватых глин) в периферийных частях конусов выноса и двухслойный пласт, или двухпластовая система (покровный и разделяющий слои – суглинки, водоносные пласты, пески) в пределах долин и дельт крупных рек.

В этой зоне поток обычно- безнапорный. Весьма стабильно положение уровня грунтовых вод в природе по годовым и многолетним данным, амплитуда не превышает 0,3м и нет четко выраженных экстремальных положений.

Для зоны характерны затрудненные условия общего и местного стока (дренированности) грунтовых вод.

Земли данной зоны обычно глубоко и сильно засоленные, поэтому после того, как при орошении капиллярная кайма грунтовых вод достигает поверхности, проявляется процесс вторичного засоления почвогрунтов. Предотвратить его можно только путем устройства систематического дренажа, рассчитываемого на сработку всего инфильтрационного питания грунтовых вод.

В условиях однослойного строения (на концевых частях конусов выноса) при общей проводимости разреза (Т), мощностью до  $100\text{м не } 30\text{м}^2 / \text{сут.}$  применим только горизонтальный дренаж, а при двух и многослойном строении, когда (Т) превышает  $50\text{-}100\text{м}^2 / \text{сут.}$ , можно применять и горизонтальный и вертикальный.

***Выбор рационального типа дренажа производится по технико-экономическим расчетам и сравнениям с учетом резервов электроэнергии и насосно-силового оборудования.***