

## Лекция 9

**Тема:** Методы определения испарения с суши  
(Водно-балансовые методы)

# ***Виды испарения***

□ ***Различают испарение непосредственно с:***

- поверхности почвы (физическое испарение)
- испарение с растительного покрова (транспирация)
- суммарное испарение, включающее в себя как транспирацию, так и физическое испарение

□ ***Испаряемость*** - испарение с оптимально увлажненного участка суши при условии мгновенной компенсации влаги в почве по мере расходования ее на испарение

□ ***Фоновое испарение*** (среднее взвешенное по территории) - испарение с конкретных поверхностей: сельскохозяйственных угодий, леса, болот, естественного разнотравья, снега и т. п.

# *Методы определения испарения (1)*

- *Метод расчета на основе данных об увлажнении почвы.* При высоком увлажнении почвы испарение мало зависит от ее влажности. По мере «иссушения» почвы скорость испарения начинает резко уменьшаться и далее опять становится мало изменчивой величиной. Были получены расчетные графики.
- *Метод расчета испарения в виде остаточного члена уравнения водного баланса участка суши*
- *Метод расчета на основе связи испарения с испаряемостью, осадками и другими элементами водного баланса.* Получены уравнения, связывающие испарение с осадками и испаряемостью
- *Методы расчета, основанные на учете переноса водяного пара от испаряющей поверхности в атмосферу.* На основе этого подхода разработан метод теплового баланса
- *Методы расчета транспирации растений (Биоклиматический метод).* Метод основан на связи транспирации или суммарного испарения с метеорологическими условиями

## ***Методы определения испарения (2)***

- ***Метод расчета основан на использования данных сети аэрологических пунктов наблюдений***

*Испарение определяется как остаточный член уравнения водного баланса атмосферы по разности между выпадающими на территорию осадками, атмосферным стоком влаги (приход минус отток водяного пара) и изменением влагосодержания в массе воздуха над рассматриваемой территорией.*

- ***Методы расчета, основанные на установлении эмпирических связей между испарением и гидрометеорологическими элементами***

# *Экспериментальные методы определения испарения*

## □ *Метод испарителей - лизиметров*

1). Испаритель Рыкачева, представляющий собой металлический ящик

*В ящик вставлялся монолит почвы с дерном. Испарение определялась по изменению массы монолита. Недостатком испарителя - сплошное дно и отсутствие поддона, что при избытке осадков приводило к скоплению влаги в почвенном монолите и искажению результатов*

2). Испаритель Попова - сплошное дно заменено сетчатым

*В дальнейшем были разработаны конструкции весовых почвенных испарителей ГГИ-500*

□ В 1950 г. был создан и установлен для измерения испарения с суши большой гидравлический испаритель с почвенным монолитом площадью испаряющей поверхности 5 м<sup>2</sup> и глубиной 2,5 м. Конструкция его предусматривает измерение не только испарения, но и поверхностного стока, инфильтрации, влажности почвы, уровня верховодки и т. п.

## *Лизиметры*

- Лизиметры, в отличие от испарителей, снабжены специальными устройствами для поддержания в них определенного режима уровней грунтовых вод
- *Наиболее ранние конструкции их представляли собой бак, заполняемый почвой. Внутри бака помещалась труба, через которую производился долив воды. В дальнейшем для обеспечения автоматического поддержания уровня воды в лизиметрах стали применять различные устройства типа сосудов Мариотта, карбюраторов и т. п.*
- *Глубина залегания уровня грунтовых вод в монолите лизиметра искусственно создается и поддерживается постоянной или меняющейся в заданном режиме с помощью специальных водорегулирующих устройств*

# Метод водного баланса для участка суши

- При отсутствии данных метод предполагает определение испарения по картам норм годовых сумм осадков и стока
- Оценка испарения с сельскохозяйственных полей для вегетационного периода осуществляется по уравнениям

$$E = P + (M_{\text{нач}} - M_{\text{кон}}) - Q_{\text{скл. пов}} \quad (1) \quad (\text{при глубоком залегании грунтовых вод, не менее 5 м})$$

$$E = P + (M_{\text{нач}} - M_{\text{кон}}) - Q + \mu (h_{\text{нач}} - h_{\text{кон}}) \quad (2) \quad (\text{при близком к поверхности залегании грунтовых вод})$$

$E$  - суммарное испарение

$P$  – осадки

$M_{\text{нач}}$  и  $M_{\text{кон}}$  - запасы влаги в почвогрунтах зоны аэрации в начале и конце расчетного интервала времени

$Q_{\text{скл. пов}}$  - склоновый сток,  $Q$  – сток

$\mu$  - коэффициент водоотдачи или недостатка насыщения

$h_{\text{нач}}$  и  $h_{\text{кон}}$  - глубина залегания уровня грунтовых вод в начале и конце расчетного интервала времени.

## *Метод водного баланса для участка суши (2)*

- Первое уравнение может использоваться только при глубоком (не менее 5 м) залегании грунтовых вод, когда элементами вертикального влагообмена между зонами аэрации и грунтовыми водами можно пренебречь
- Для определения склонового стока на рассматриваемом участке оборудуется стоковая площадка
- В случае, когда выпадающие осадки не образуют поверхностного (склонового) стока это уравнение упрощается и может быть записано в виде

$$E = P + (M_{нач} - M_{кон}) \quad (3)$$

- Глубина слоя почвогрунта, в котором измеряются влагозапасы, обычно составляет 1—1,5 м в лесостепной и степной и 3 м в полупустынной и пустынной зонах
- Уравнение 2 применяется для случаев близкого залегания водоупора, когда на участке можно построить воднобалансовую площадку для измерения склонового и грунтового стока, а также уровня грунтовых вод
- Расчетный интервал времени обычно месяц, но иногда декада



# *Метод водного баланса изолированного почвенного монолита*

□ Метод почвенных испарителей состоит в том, что испарение  $E$  с почвы между сроками наблюдений определяется как остаточный член уравнения водного баланса почвенного монолита, помещенного в испаритель, с учетом выпавших  $P$  и просочившихся  $I$  через монолит осадков по формуле

$$E = P + (M_{нач} - M_{кон}) - 10 \cdot I / A$$

$A$  - площадь испаряющей поверхности испарителя,  $см^2$

$M_{нач}$  и  $M_{кон}$  - влагосодержание монолита на начало и конец расчетного интервала времени

$E, M_{нач}, M_{кон}, P$  выражаются в  $мм$  слоя воды

$I$  - объем просочившейся воды в  $см^3$

## *Вопросы*

1. Какие различают виды испарения с поверхности суши?
2. Что такое испаряемость, фоновое испарение с суши?
3. Какие существуют методы определения испарения?
4. Как осуществляется определение испарения методом испарителей – лизиметров?
5. Напишите расчет испарения по методу водного баланса участка суши
6. В заключается суть метода определения испарения методом изолированного почвенного монолита

**Спасибо за внимание!**