

сложных элементов воздухопроводов, используя изученные методы начертательной геометрии.

Важным моментом является также широкое внедрение КОМПАС-график в учебный процесс, что позволяет минимизировать временные затраты на адаптацию будущих специалистов в условиях реального производства.

#### Список цитированных источников

1. Гордон В.О. Курс начертательной геометрии. – М.: Высшая школа, 2000. – 272 с.
2. Кочетов В.И., Лазарев С.И., Вязовов С.А., Ковалев С.В. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2010. - 80 с.
3. Ефремов Г.В., Ньюкалова С.И. Инженерная и компьютерная графика на базе графических систем. - М.: ТНТ, 2014. – 256 с.
4. Герасимов А.А. Самоучитель Компас 3D - СПб.: Питер, 2014. – 304 с.

УДК 553. 97

**Чайкова Н.А.**

*Научный руководитель: доцент, кандидат технических наук*

*Глушко К.А.*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНОГО РАСХОДА СБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Целью настоящей работы является учёт разнородности климатических, водно-физических и тепловых свойств почв водосбора мелиоративных систем. Изучается водопоглощительная способность почв и её зависимость от климатических условий, тепловых и водно-физических свойств.

Определение расчётного расхода сбросных сооружений мелиоративных систем по существующей методике основано на использовании модуля стока. Расчёт ведётся на период дождевых паводков и весеннего половодья 10%-ой обеспеченности.

Расчётный расход ложбин ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с) и скорость воды в ложбине определяются по формулам:

$$Q = Sv \quad (1)$$

$$v = C\sqrt{Ri} \quad (2)$$

$S$  – площадь живого сечения потока, м<sup>2</sup>;

$C$  – коэффициент Шези, м<sup>0,5</sup>/с;

$R$  – Гидравлический радиус живого сечения потока, м;

$i$  – уклон дна ложбины, доли единиц.

Расчётный расход весеннего половодья определяют исходя из объёма стока заданной (10%) обеспеченности:

$$Q = \frac{W_{10}}{t} \quad (3)$$

$$W_{10} = 1000h_{p,10}F \quad (4)$$

$h_{p,10}$  – слой стока весеннего половодья с 10% обеспеченностью;

$F$  – площадь водосбора;

$t$  – расчётный период при проектировании ложбин, равный 4,9

Слой стока заданной обеспеченностью ( $h_{p,t}$ , мм) определяется по формуле 5:

$$h_{p,t} = (Ch_k - b)K \quad (5)$$

$h_k$  – слой стока весеннего половодья обеспеченностью  $p=1\%$ , мм.  
 $K$  – коэффициент, учитывающий влияние видов распахки при площадях водосбора  $F < 0,05 \text{ км}^2$   
 $C$  и  $b$  – коэффициенты перехода от слоя стока  $p=1\%$ , к слою другой обеспеченности.

Объем стока весеннего половодья  $W_{p\%}$ ,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле 6:

$$W_{p\%} = 1000 h_{p\%} F \quad (6)$$

$h_{p\%}$  – слой стока весеннего половодья обеспеченностью ( $p$ ) процентов  
 $F$  – площадь водосбора

Расчетный расход сбросного сооружения можно определить по формуле,

$$Q_p = \frac{h_s - 1 \tau_{\text{ин}} - F \cdot 1000}{\tau_{\text{ин}} + 3600} \text{ л/с} \quad (7)$$

$h_s$  – высота снега, насыщенного водой, мм;  
 $i$  – интенсивности инфильтрации, мм/час;  
 $\tau_{\text{ин}}$  – продолжительность инфильтрации, час;  
 $F$  – площадь водосбора,  $\text{м}^2$   
 $\tau_p$  – продолжительность паводка.

Для определения интенсивности инфильтрации на торфяниках низинного типа может быть использована следующая эмпирическая зависимость, полученная на основе обработки полевых исследований в бассейне р.Бобрин:

$$i = 0,000148 \left[ \frac{h_{\text{гв}}}{h_p} \right]^{0,7} + 1,056 \sqrt{\frac{t-1}{t}} \quad (8)$$

$\rho_{\text{т}}$  – объемная плотность талой почвы,  $\text{г/см}^3$ ;  
 $h_{\text{гв}}$  – уровень грунтовых вод на начало паводка, см;  
 $W$  – объемная влажность в относительных единицах;  
 $t$  – температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;  
 $h_p$  – глубина промерзания почвы, см.

Сущность метода заключается в пошаговом вычислении величины проинфильтровавшей талой воды сквозь мерзлую почву и выделении, таким образом, поверхностного стока, который и должен быть отведенным гидротехническим сооружением за время его формирования.

В качестве примера выбран характерный 1986 год.

Ход температуры воздуха по данным метеостанции Полесской опытно-мелиоративной станции до даты схода снега представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Ход температуры воздуха за период снеготаяния

Время, час.	0	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	Ср.
Дата	2	3	4	5	6	7	8	9	10
06.03.1986	1,8	1,9	1,3	1,3	2,6	3,0	2,1	2,2	2,0
07.03.1986	0,4	-1,0	-1,0	-1,0	-0,1	3,0	2,9	0,8	0,5
08.03.1986	-2,0	-3,3	-3,6	-3,5	-2,0	-0,2	-0,1	-0,1	-1,9
09.03.1986	-0,2	0,3	0,0	0,1	0,4	1,7	2,0	-0,4	0,5
10.03.1986	1,0	0,4	0,5	0,1	0,2	0,4	0,3	0,1	0,4
11.03.1986	-0,6	-0,6	-0,5	-0,4	0,2	0,8	0,6	0,3	0,0
12.03.1986	-0,2	-0,5	-1,0	-1,0	-0,2	2,2	3,0	0,0	0,3
13.03.1986	-0,6	-1,4	-1,5	-2,2	-1,8	-0,9	-0,7	-1,4	-1,3
14.03.1986	-2,6	-2,4	-2,8	-2,7	-2,3	-1,7	-0,3	-3,8	-2,3
15.03.1986	-1,4	-5,2	-6,2	-3,8	-2,7	-1,0	-0,7	-3,7	-3,5
16.03.1986	-3,1	-4,7	-6,8	-4,3	0,3	2,3	3,4	-0,4	-1,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17.03.1986	-2,0	-3,8	-5,5	-4,1	-2,1	5,0	5,1	-0,6	-0,5
18.03.1986	-1,6	-3,2	-4,0	-3,0	2,8	6,1	6,5	0,5	0,5
19.03.1986	-1,0	-2,2	-3,6	-2,0	3,6	5,8	6,0	1,2	1,0
20.03.1986	-2,1	-2,6	-4,5	-3,0	3,3	7,1	7,4	0,8	0,8
21.03.1986	-0,6	-2,2	-3,6	-2,1	1,0	2,7	2,2	-0,7	-0,4
22.03.1986	-2,4	-2,8	-3,0	-0,9	2,9	4,5	4,4	0,6	0,4

Таяние снега происходило в дневное и вечернее время, кроме дней с отрицательной температурой. Средняя глубина залегания УГВ на дату схода снега составляла 136 см.

Водно-физические характеристики почв балансового участка по шести точкам отбора, необходимые для расчета, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Водно-физические характеристики почв балансового участка и снежного покрова

Место отбора проб почвы	T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	T.6	Ср.
$\rho_w, \text{г/см}^3$	0,24	0,227	0,217	0,22	0,225	0,23	0,226
W, в отн.ед.	0,61	0,67	0,66	0,655	0,61	0,63	0,639
$h_{\text{в.с.}}, \text{см}$	28,3	30,4	33,2	32,9	29,8	31,8	31,06
$h_{\text{н.с.}}, \text{см}$	17,0	22,0	17,0	28,0	20,0	18,0	20,3
$\rho_{\text{н.с.}}, \text{г/см}^3$	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31

Расчет интенсивности инфильтрации талой воды будем вести по средним значениям водно-физических характеристик почв водосбора для периодов с температурой воздуха больше  $-0^\circ\text{C}$ .

Для первого дня снеготаяния инфильтрация составит:

$$i = 0,000148 \left[ \frac{136}{214} \right]^{0,667} - 1,056 \frac{14 - 1,056}{1,77} = 3,62 \text{ мм/час.}$$

Аналогичным образом рассчитаны значения интенсивности инфильтрации по остальным периодам снеготаяния. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Ход интенсивности инфильтрации за период снеготаяния

Дата	Продолжительность таяния снега час	Количество проинфильтровавшейся воды, мм	Количество проинфильтровавшейся воды нарастающим итогом, мм
06.03.1986	24	3,49	3,49
07.03.1986	12	1,75	5,24
08.03.1986	0	0	5,24
09.03.1986	18	2,62	7,86
10.03.1986	18	3,49	11,35
11.03.1986	12	1,75	13,1
12.03.1986	0	1,31	14,41
13.03.1986	0	0	14,41
14.03.1986	0	0	14,41
15.03.1986	0	0	14,41
16.03.1986	9	1,74	16,15
17.03.1986	6	0,87	17,02
18.03.1986	12	1,74	18,76
19.03.1986	12	1,74	20,05
20.03.1986	12	1,74	22,24
21.03.1986	9	1,31	23,55
22.03.1986	12	2,62	26,17

Общая величина инфильтрации талых вод до даты схода снега составляет, как следует из таблицы 3: 26,17 мм.

Запас воды в снеге рассчитаем по формуле:

$$h_{\text{сн нас}} = \frac{\gamma_{\text{сн}} \cdot h_{\text{сн}}}{\gamma_{\text{сн}} + \frac{\rho_{\text{л}} - \gamma_{\text{сн}}}{\rho_{\text{л}}}} \quad (3)$$

$\gamma_{\text{сн}}$  – плотность снега, г/см<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{л}}$  – плотность льда, г/см<sup>3</sup>.

$$h_{\text{сн нас}} = \frac{0,3 \cdot 20,3}{0,3 - \frac{0,9 - 0,3}{0,9}} = 6,304 \text{ см} = 63,04 \text{ мм}$$

Отсюда следует, что имеет место поверхностный сток. Его величина, пренебрегая испарением со снега, составит: 63,04-26,17=36,87 мм.

Определим продолжительность поверхностного стока  $\tau_{\text{ст}}$ .

Слой талой воды, формирующийся от таяния снега можно найти по формуле:

$$h_{\text{о}} = h_{\text{т}} \cdot \tau_{\text{таян}} \cdot t \quad (10)$$

где  $h_{\text{т}}$  – температурный коэффициент таяния снега, мм/сут на 1 °с ;

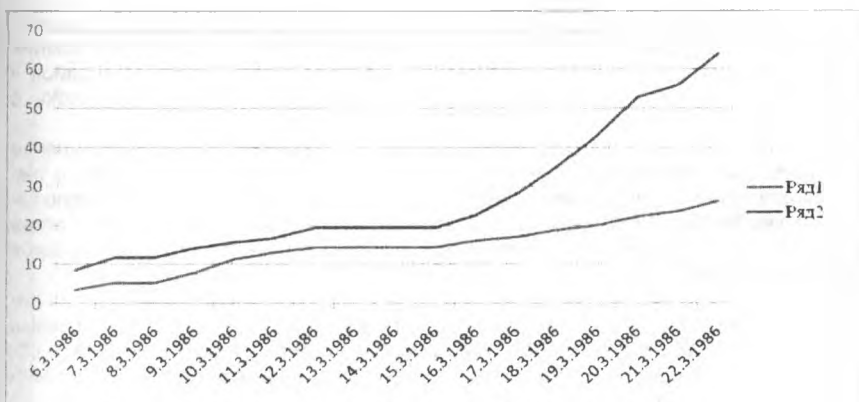
$\tau_{\text{таян}}$  – продолжительность таяния снега, в долях суток.

Расчет посуточного слоя талой воды сведен в таблицу 4.

Таблица 4. Расчет посуточного слоя талой воды

Дата	Температурный коэффициент таяния, мм/сут	Слой талой воды мм	Слой талой воды нарастающим итогом мм
06.03.1986	4,2	8,51	8,51
07.03.1986	4,2	3,30	11,81
08.03.1986	4,2	0	11,81
09.03.1986	4,2	2,36	14,17
10.03.1986	4,2	1,57	15,74
11.03.1986	4,2	0,99	16,73
12.03.1986	4,2	2,74	19,47
13.03.1986	4,2	0	19,47
14.03.1986	4,2	0	19,47
15.03.1986	4,2	0	19,47
16.03.1986	4,2	3,15	22,62
17.03.1986	4,2	5,30	27,92
18.03.1986	4,2	6,87	34,79
19.03.1986	4,2	8,19	42,98
20.03.1986	4,2	9,76	52,74
21.03.1986	4,2	3,09	55,83
22.03.1986	4,2	8,08	63,91

На рисунке 2 показаны характеристики слоя талого стока и проинфильтровавшейся влаги во времени. Ряд 1 – слой талого стока нарастающим итогом; Ряд 2 – слой проинфильтровавшейся талой воды нарастающим итогом.



**Рисунок 2 – характеристики слоя талого стока и проинфильтровавшейся влаги во времени**

Из таблицы 4 следует, что с 16.03.1986 г. формируется поверхностный сток, который продолжается до даты схода снега, 22.03.1986г. Тогда продолжительность поверхностного стока составит 6 дней.

С учетом полученных данных расчетный расход сбросного сооружения для локального водосбора площадью 932 м<sup>2</sup> составит:

$$Q_* = \frac{49,04 - 16,57}{6 \cdot 86400} = 0,066 \text{ л/с.}$$

УДК 55.5(476)

**Шпока Д.А.**

**Научный руководитель: д.г.н., проф. Волчек А.А.**

## ГОЛЕДНО-ИЗМОРОЗОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛУРОССКОГО ПОЛЕСЬЯ И ПООЗЕРЬЯ

### Введение

Республика Беларусь расположена на западе Восточно-Европейской равнины. Около 72% территории Беларуси относится к подзоне смешанных лесов, южная – к подзоне широколиственных лесов. В подзоне смешанных лесов выделяют 4 провинции: Белорусская Поозерская, Западно-Белорусская, Предполесская, в подзоне широколиственных лесов – Полесская провинция.

Белорусское Поозерье занимает около 18% территории Беларуси. Поозерье расположено в северной части Беларуси, в пределах Витебской области, севера Минской и северо-востока Гродненской областей и характеризуется разнообразием природных комплексов. Белорусское Поозерье занимает Полоцкую низменность. Климат умеренно теплый, влажный, более прохладный по сравнению с другими регионами. Протяженность безморозного периода – 140-150 дней.

Белорусское Полесье – физико-географическая область, занимающая Полесскую низменность. Белорусское Полесье занимает около 30% территории Беларуси, в пределах Брестской области, центральной и южной части Гомельской области. В климатическом отношении Полесье отличается от других