



ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА М-12 В СЛАВСКОМ РАЙОНЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. А. Меньшикова, студент
e-mail: liza.menshikova.1996@mail.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

В.Г. Пунтусов, канд. техн. наук, доц.
e-mail: amber7@baltnet.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Участок исследования расположен в Славском районе Калининградской области. Территория относится к Шешупе-Неманскому озерному району и имеет очень развитую гидрографическую сеть, представленную реками и каналами. Это связано с низким гипсометрическим уровнем территории, зачастую отрицательным, и, как следствие, есть необходимость дренирования площади. Магистральный канал М-12 является водоприемником поверхностного стока, образующегося в результате выпадения осадков и таяния снега, существующей мелиоративной сети, осушающей прилегающую площадь. Следовательно, гидравлический расчет магистральных каналов немало важен, так как перед реконструкцией каналов необходимо определить меры по устранению затоплений территорий. В данной статье рассмотрен расчет уровней воды в канале М-12. Также проведен анализ работоспособности канала во время дождевых паводков полученными двумя методами.

***Ключевые слова:** водные ресурсы, река, канал, магистральный канал, реконструкция, мелиорация, польдерные системы, расчетный уровень, гидротехническое сооружение*

ВВЕДЕНИЕ

Насосная станция 12 и магистральный канал расположен в Славском районе Калининградской области севернее от поселка Залесье и юго-восточнее от поселка Гормово. Территория представляет польдерные земли, которые покрыты густой сетью мелиоративных каналов.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Канал М-12, который представляет в водном реестре, как р. Старушка, сброс воды из канала посредством насосной станции М-12 осуществляется в р. Луговая.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной статьи является определение уровней воды в магистральном канале М-12 Славского района Калининградской области.

Работа включает:

- расчет уровней воды в канале М-12 по Пикетам обозначенных на (рис.1);
- анализ работоспособности канала во время дождевых паводков полученными двумя методами водного баланса и согласно методике, приведенной в [1];
- методы устранения затопления территории.



Рисунок 1 – Магистральный канал М-12

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

Визуальный осмотр показал, что русло канала М-12 извилистое, заилено, заросло влаголюбивой растительностью. Все это оказывает негативное воздействие на гидрологический режим водотока, а также вызывает поднятие уровня воды в русле канала, и, следовательно, подтопление каналов, впадающих в канал. Наблюдается заболачивание прилегающих земель, особенно это выражено на низменных участках. Состояние водоприемника неудовлетворительное, не обеспечена работа осушительной сети. Для подтверждения результата визуального осмотра необходимо рассчитать уровни воды в канале и сравнить с уровнями во время дождевых паводков. Расчетный расход 5 % - обеспеченности по методу водного баланса получился 3,53, а расчетный расход согласно [1] получился 3,8 м³/с. В проекте расчётный расход равен 1,89 [2]. Также от проектных в данном расчете отличаются геометрические характеристики канала, которые были получены графическим методом в масштабе 1:1. Уклон в проекте в среднем 0,00095 [1].

Каналы могут иметь трапецидальную, полигональную, прямоугольную, параболическую или более сложную форму поперечного сечения. В нашем случае канал М-12 имеет сложную форму поперечного сечения.

Основные геометрическими характеристиками канала являются: b – ширина дна, м; при равномерном движении жидкости в канале расход канала Q (м³/с), глубина воды h (м); уклон i [2]; поперечное сечение потока ω (м²); коэффициент шероховатости стенок $n=0,075$, так как участки рек заросшие и болотного типа, остаются постоянными по длине потока L [3].

Расход канала Q определяется по формуле Шези [4]:

$$Q = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (1)$$

Гидравлический радиус находим по формуле [5]:

$$R = \frac{\omega}{\chi} \quad (2)$$

Коэффициент Шези определяется по формуле Маннинга [4]:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6} \quad (3)$$

Скорость потока, определяемая по формуле [4]:

$$v = \frac{Q}{\omega} \quad (4)$$

Гидравлический расчет канала М-12 ПК0

Геометрические параметры русла: $b=5,5$ м - ширина по дну (рис. 2); уклон дна $i=0,00075$.

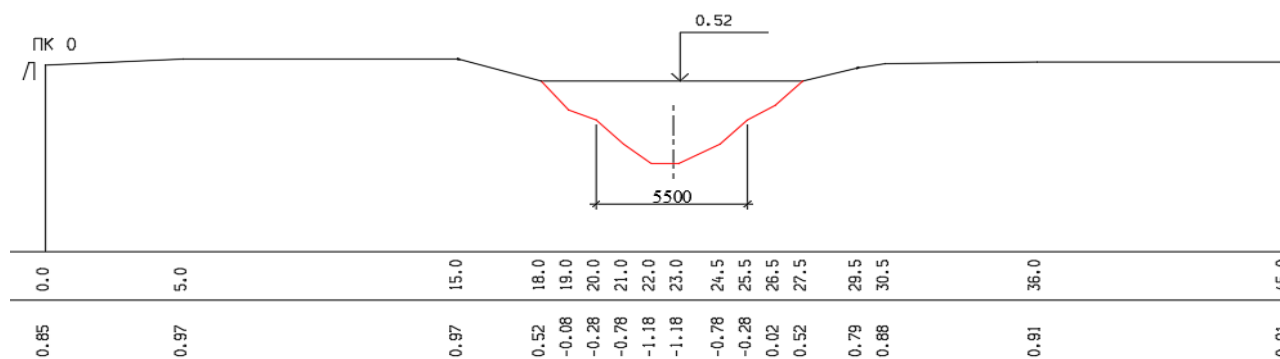


Рисунок 2 – Профиль поперечного сечения канала М-12 ПК0

Предварительно задаваясь значениями h по формуле 1, определяем расходные характеристики. Расчет ведем в табличной форме (табл. 1).

Таблица 1 – Расчетные характеристики ПК0

h , м	ω , м ²	χ , м	R , м	$\sqrt{R \cdot i}$	C , м ^{0,5} /с	v , м/с	Q , м ³ /с
0	0	0	0	0	0	0	0
0,40	1,15	4,27	0,27	0,014	10,81	0,15	0,17
0,80	3,14	6,32	0,50	0,020	12,0	0,24	0,75
1,20	6,10	8,72	0,70	0,023	12,53	0,29	1,76
1,60	10,0	11,01	0,88	0,026	13,10	0,33	3,54
1,70	10,99	12,42	0,90	0,027	13,12	0,37	3,90

На рис. 3 представлен график зависимости магистрального канала М-12 ПК0 по табл. 1.

Глубина ПК0 составляет 1,6 м, при этом $Q=3,54$ м³/с. При расчете дождевых паводков $Q_{5\%}=3,8$ м³/с, $h=1,70$ м, $v=0,37$ м/с. Методом водного баланса $Q_{5\%} = 3,53$ м³/с, $h=1,60$ м, $v=0,33$ м/с.

Гидравлический расчет канала М-12 ПК2

Геометрические параметры русла: $b=7$ м – ширина по дну (рис.4); уклон дна $i = 0,00075$. Результаты расчетов сводим в табл. 2.

На рис. 5 представлен график зависимости магистрального канала М-12 ПК2 по табл. 2.

Глубина ПК2 составляет 1,5 м, при этом $Q=5,18 \text{ м}^3/\text{с}$. При расчете дождевых паводков $Q_{5\%}=3,8 \text{ м}^3/\text{с}$, $h=1,30 \text{ м}$, $v=0,35 \text{ м/с}$. Методом водного баланса $Q_{5\%} = 3,53 \text{ м}^3/\text{с}$, $h=1,23 \text{ м}$, $v=0,34 \text{ м/с}$.

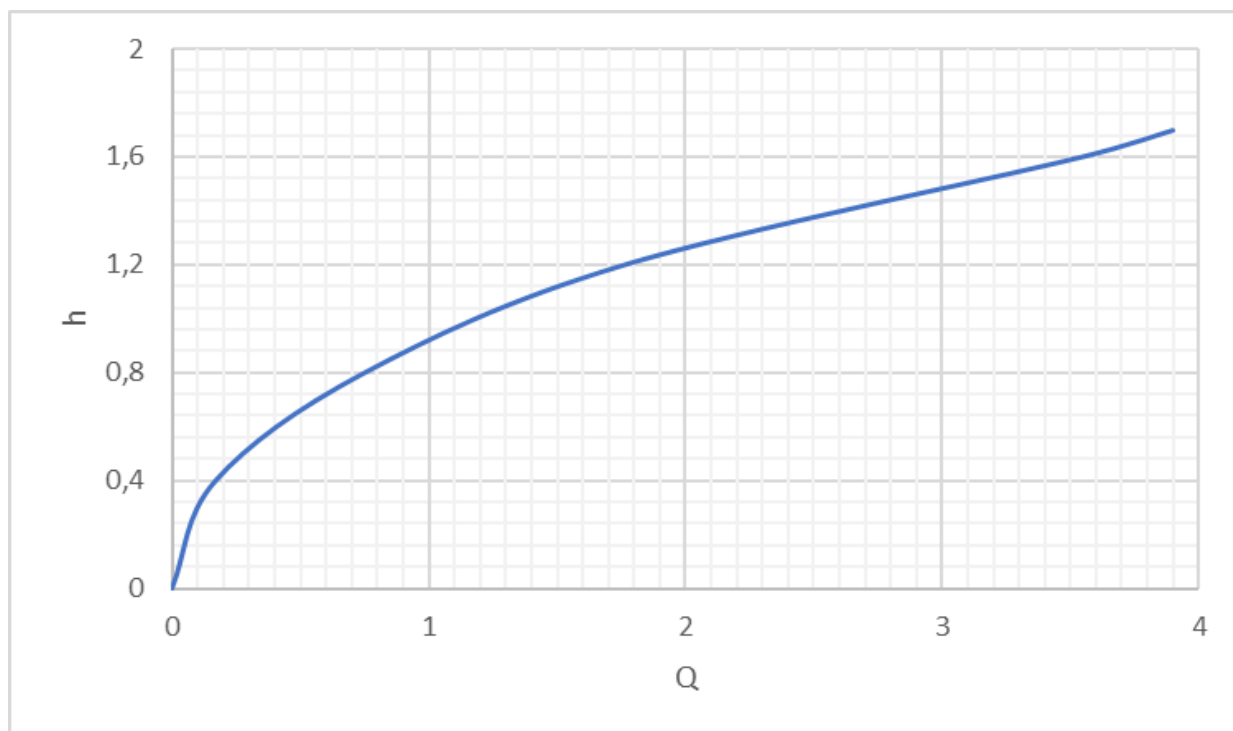


Рисунок 3 – График зависимости $Q = f(h)$ магистрального канала М-12 ПК0

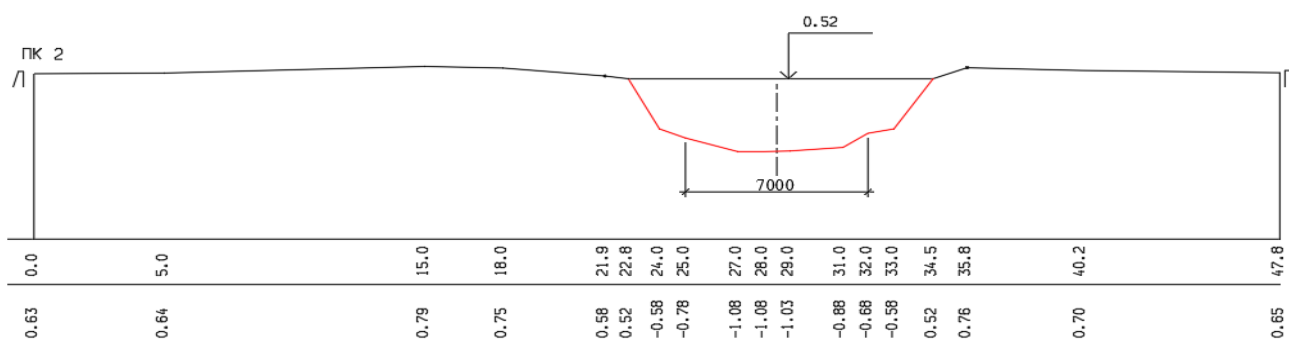


Рисунок 4 – Профиль поперечного сечения канала М-12 ПК2

Таблица 2 – Расчетные характеристики ПК2

$h, \text{ м}$	$\omega, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$\sqrt{R \cdot i}$	$C, \text{ м}^{0.5}/\text{с}$	$v, \text{ м/с}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$
0	0	0	0	0	0	0	0
0,20	0,82	5,80	0,14	0,010	9,73	0,09	0,08
0,40	2,20	8,05	0,27	0,014	10,79	0,15	0,33
0,60	3,90	9,50	0,41	0,017	11,46	0,19	0,75
0,80	5,90	10,20	0,58	0,020	12,26	0,24	1,44
1,00	7,90	10,80	0,73	0,023	12,66	0,29	2,30
1,20	10,03	11,40	0,88	0,026	12,93	0,33	3,37
1,40	12,20	12,03	1,02	0,028	13,33	0,37	4,55
1,60	14,50	13,23	1,09	0,029	13,85	0,40	5,82

Гидравлический расчет канала М-12 ПК4

Геометрические параметры русла: $b=6$ м – ширина по дну (рис. 6); уклон дна $i=0,00075$. Результаты расчетов сводим в табл. 3.

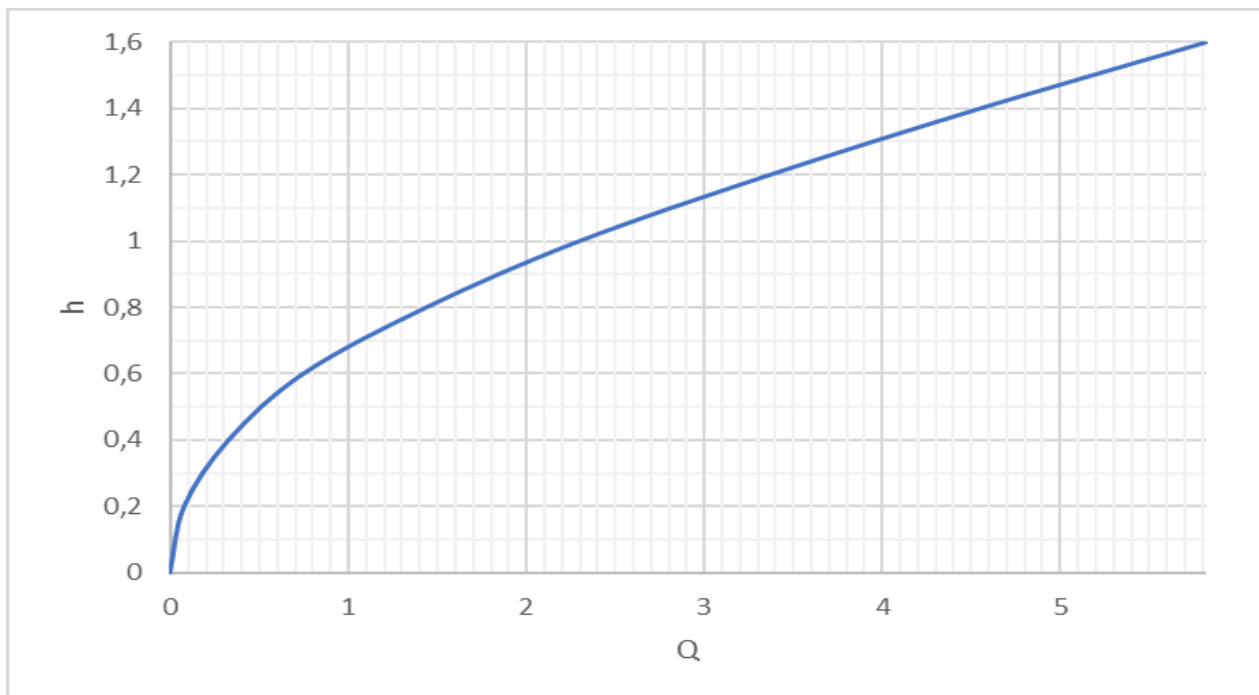


Рисунок 5 – График зависимости $Q = f(h)$ магистрального канала М-12 ПК2

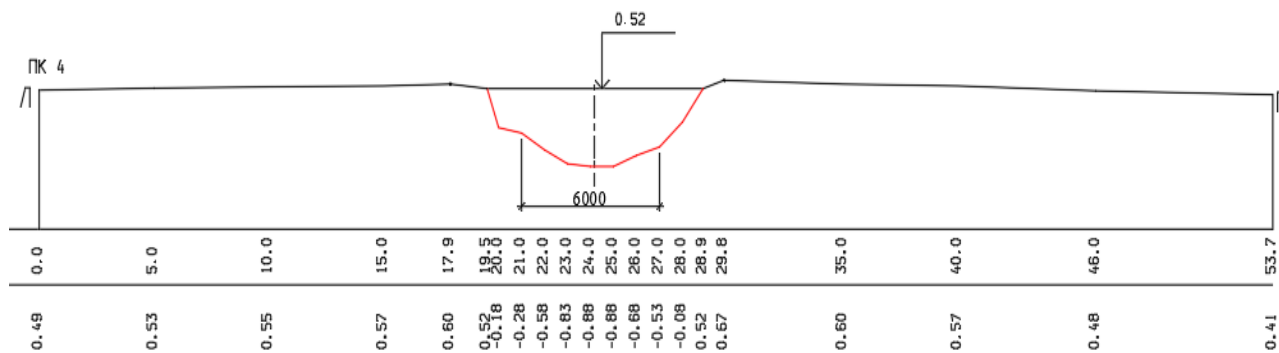


Рисунок 6 – Профиль поперечного сечения канала М-12 ПК4

Таблица 3 - Расчетные характеристики ПК 4

h , м	ω , м ²	χ , м	R , м	$\sqrt{R \cdot i}$	C , м ^{0,5} /с	v , м/с	Q , м ³ /с
0	0	0	0	0	0	0	0
0,20	0,52	3,65	0,14	0,010	9,73	0,09	0,05
0,40	1,44	5,53	0,26	0,014	10,80	0,15	0,21
0,60	2,64	6,72	0,39	0,017	11,47	0,19	0,51
0,80	4,15	8,32	0,50	0,019	11,87	0,23	0,94
1,00	5,81	8,94	0,65	0,022	12,40	0,27	1,58
1,20	7,56	9,55	0,80	0,025	12,80	0,32	2,42
1,40	9,40	10,15	0,93	0,026	13,20	0,34	3,23
1,80	12,90	10,76	1,20	0,030	13,73	0,41	5,31

На рис. 7 представлен график зависимости магистрального канала М-12 ПК4 по табл. 3.

Глубина ПК4 составляет 1,4 м, при этом $Q=3,23 \text{ м}^3/\text{с}$. При расчете дождевых паводков $Q_{5\%}=3,8 \text{ м}^3/\text{с}$, $h=1,50 \text{ м}$, $v=0,36 \text{ м/с}$. Методом водного баланса $Q_{5\%} = 3,53 \text{ м}^3/\text{с}$, $h=1,46 \text{ м}$, $v=0,35 \text{ м/с}$.

Гидравлический расчет канала М-12 ПК10

Геометрические параметры русла: $b=1\text{м}$ - ширина по дну (рис. 8); уклон дна $i=0,00045$. Результаты расчетов сводим в табл. 4.

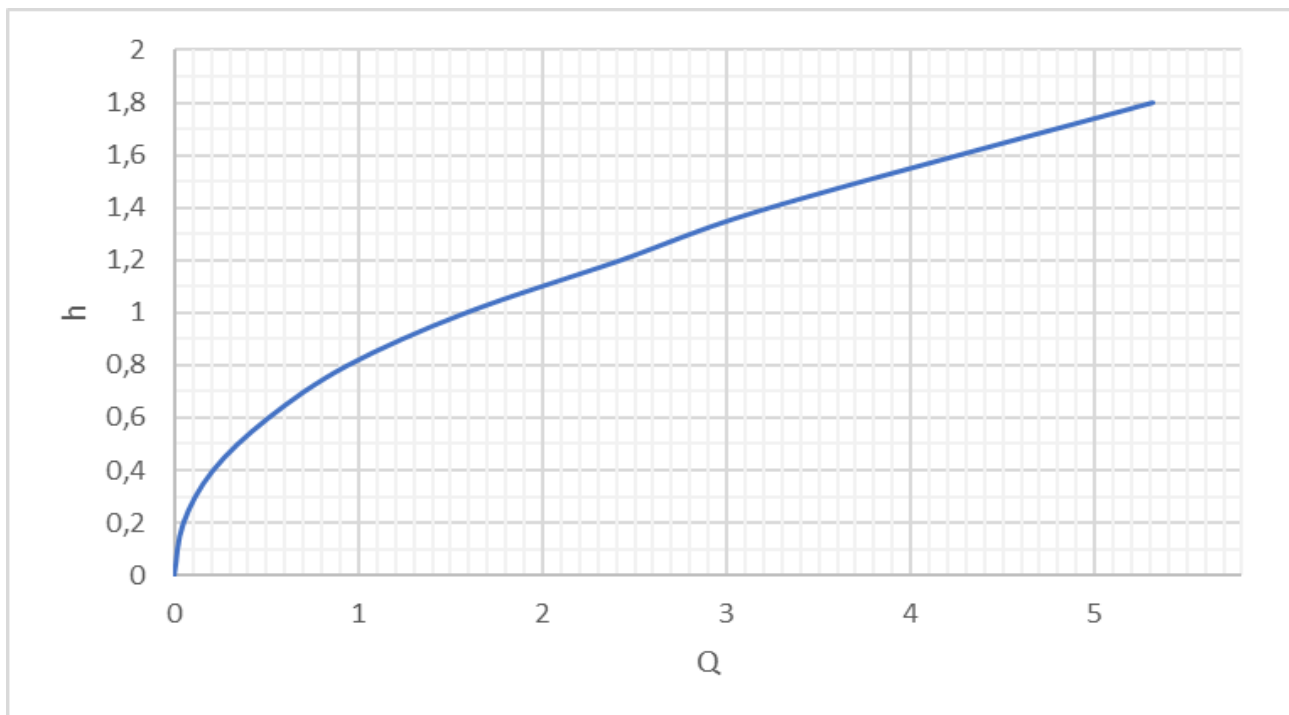


Рисунок 7 – График зависимости $Q = f(h)$ магистрального канала М-12 ПК4

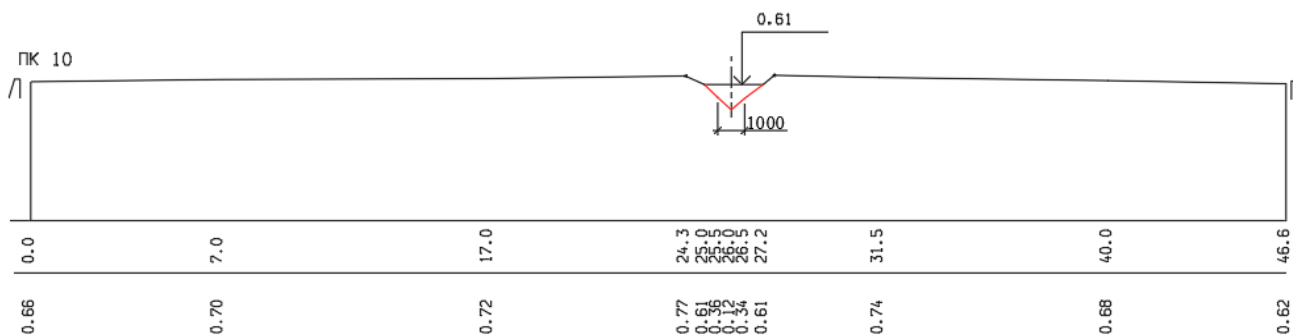


Рисунок 8 – Профиль поперечного сечения канала М-12 ПК10

Таблица 4 - Расчетные характеристики ПК 10

$h, \text{ м}$	$\omega, \text{ м}^2$	$\chi, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$\sqrt{R \cdot i}$	$C, \text{ м}^{0,5}/\text{с}$	$v, \text{ м/с}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$
0	0	0	0	0	0	0	0
0,20	0,09	0,96	0,094	0,006	9,13	0,05	0,005
0,40	0,36	1,96	0,18	0,009	10,14	0,09	0,033
0,60	1,00	6,54	0,16	0,008	9,95	0,08	0,080

Глубина ПК10 составляет 0,6 м, при этом $Q = 0,080 \text{ м}^3/\text{с}$. При расчете дождевых паводков $Q_{5\%}=3,8 \text{ м}^3/\text{с}$. Методом водного баланса $Q_{5\%} = 3,53 \text{ м}^3/\text{с}$, следовательно, территория затопливается.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для анализа результаты вышеперечисленных расчетов сведены в табл. 5.

Таблица 5 - Результаты расчетов ПК0, ПК2, ПК4, ПК10

Пикеты	Глубина, м	Расчетный расход Q , м ³ /с	При дождевых паводках		Методом водного баланса	
			h , м	$Q_{5\%}$, м ³ /с	h , м	$Q_{5\%}$, м ³ /с
ПК0	1,60	3,54	1,70	3,8	1,60	3,53
ПК2	1,50	5,18	1,30		1,23	
ПК4	1,40	3,23	1,50		1,46	
ПК10	0,60	0,008	-		-	

Результат показал, что при реконструкции канала М-12 целесообразнее опираться на глубину и расход при дождевых паводках, полученных согласно [1], чтобы добиться лучшего результата работоспособности канала при осушении территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, можно сказать, что осушение земель на водосборной площади насосной станции 12 и магистрального канала М-12 Славского района Калининградской области производится неполноценно. Расчетный расход получился в два раза больше, чем в проекте [2], так как были учтены данные о средних месячных и годовых сумм осадков при 10%-ой обеспеченности, максимальный суточный слой осадков и средний слой испарения, а также переходные коэффициенты от максимальных расходов воды [6 – 9]. При сравнении результаты расчетов показали, что на ПК0, ПК4, ПК10 имеется затопление территории. Исходя из этого, требуется произвести реконструкцию канала М-12, в которую входит расчистка, уширение, углубление, а также крепление откосов. Крепление откосов канала предусмотрено посевом трав с подсыпкой растительного грунта. Уширение и углубление русла производятся экскаваторным способом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свод правил 33-101-2003. Свод правил. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Одобрен для применения в качестве нормативного документа постановлением Госстроя России № 218 от 26.12.2003.
2. Тендер: Реконструкция осушительной насосной станции № 12 и магистральных каналов, Славский район, Калининградская область [Электронный ресурс]. – Режим доступа – свободный: <http://rostender.info/region/kaliningradskaya-oblast/slavsk/26238183-tender-rekonstrukciya-osushitelnoj-nasosnoj-stancii-12-imagistralnogo-kanala-slavskij-rajon-kaliningradskaya-oblast> (Дата обращения 20.07.2019).
3. Свод правил СП 100.13330.2016 Мелиоративные системы и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.03-85 (с Изменением № 1). УТВЕРЖДЕН Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. N 953/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г.
4. Лапшенков, В.С. Курсовое и дипломное проектирование по гидротехническим сооружениям: учебное пособие / В.С. Лапшенков, В.С. Бондаренко, В.Н. Шкура. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 448 с.
5. Свод правил СП 58.13330.2012 Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Утверждён приказом Министерства регионального развития Калининградской области (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. № 623 и введен в действие с 1 января 2013 г.

6. Свод правил СП 131.13330.2018 Свод правил. Строительная климатология Утверждён приказом Министерства регионального развития Калининградской области (Минрегион России) от 30 июня 2015 г. № 275.

7. Рекомендации по расчету и прогнозу, влагозапасы и промерзание почв, испарение с почвы и водной поверхности при региональном изменении климата. - Санкт-Петербург; разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Государственный гидрологический институт» (ФГБУ «ГГИ») Росгидромета»; утвержден и введен в действие приказом ФГБУ «ГГИ» от 19.11.2015 №31.

8. «Аисори – Удаленный доступ к ЯОД-архивам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа – закрытый. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/index.xhtml> (дата обращения: 04.01.2019).

9. Наумов, В. А. Инженерные изыскания в бассейне реки Преголи: монография / В. А. Наумов, Н. Р. Ахмедова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. – 183 с.

HYDRAULIC CALCULATION OF THE M-12 MAIN CHANNEL IN THE SLAVIC AREA OF THE KALININGRAD REGION

E.A. Menshikova, student;
e-mail: liza.menshikova.1996@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

V.G. Puntusov, Associate Professor
e-mail: amber7@baltnet.ru
Kaliningrad State Technical University

The study site is located in the Slavsky district, Kaliningrad region. The territory belongs to the Sheshupe-Neman lake region and has a very developed hydrographic network, represented by rivers and canals. This is due to the low hypsometric level of the territory, often negative, as a consequence, the need for drainage of the area. The M-12 main canal is a water intake of the surface runoff resulting from precipitation and snow melting, the existing drainage network that drains the adjacent area. Consequently, the hydraulic calculation of the main canals is of great importance, since before reconstruction of the canals it is necessary to determine measures to eliminate flooding of territories. This article discusses the calculation of water levels in the channel M-12. And also an analysis of the channel's performance during rain floods obtained by two methods.

Key words: *water resources, river, canal, main canal, reconstruction, land reclamation, polder systems, design level, hydraulic engineering structure*