

УДК 631.623

**ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ
ОСУШИТЕЛЬНОГО КАНАЛА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ПОЛЬДЕРА**

Ю.А. Спирин

**EFFECT OF VEGETATION ON THROUGHPUT OF DRAINAGE
CHANNEL OF POLDER'S PUMPING STATION**

Y.A. Spirin

Аннотация. В статье представлено исследование влияния растительности на пропускную способность каналов, а в частности осушительного магистрального канала М-20. Данный канал является важным гидротехническим сооружением на пolderе насосной станции № 20а. Основная часть пolderа представлена осушаемыми сельскохозяйственными землями, которые используются достаточно интенсивно. Пolderные земли, на которых находится исследуемый объект, имеют высокое плодородие, что важно для эффективного сельскохозяйственного производства. Калининградская область в среднем по году является зоной с избыточным увлажнением, вследствие чего значимую роль в стабильном ведении сельского хозяйства играет осушительная мелиорация. Осушительная мелиорация главный фактор интенсификации сельскохозяйственного производства (совместно с механизацией и химизацией) и научно-технического прогресса в сельском хозяйстве, открывающий широкие возможности для повышения урожайности и создания прочной кормовой базы животноводства. Нарушение работы осушительного магистрального канала М-20 может неблагоприятно сказаться на пolderной системе и на ведение сельского хозяйства. Поддержание канала в надлежащем состоянии является одной из ключевых задач на данной пolderной системе. В работе была дана характеристика Калининградской области по количеству и техническому состоянию мелиоративных систем. Рассмотрены федеральные законы, обязывающие собственников поддерживать гидротехнические сооружения в исправном состоянии. Выявлены проблемы, которые могут возникнуть при содержании мелиоративных каналов в ненадлежащем состоянии. Получены необходимые расчётные параметры осушительного магистрального канала М-20 на различных участках и на их основе был построен график зависимости расходов воды в канале от концентрации растительности в канале. Конечным результатом стало определение вероятности аварийной ситуации при сегодняшнем уровне концентрации растительности.

Ключевые слова: мелиорированные земли; пolder; плодородие; осушительный канал; растительность; вода; насосы; сток; расход; аварии.

Abstract. The article presented a study of influence of vegetation on the channel bandwidth, in particular 20-M bilge trunk. This channel is an important hydraulic structure on the polder pumping station No. 20a. This channel is an important hydraulic structure on the polder pumping station No. 20a. The bulk of the polder is represented by drained agricultural lands and is used quite intensively. Polder's land on which the investigated object is located, have high fertility, which is important for effective agricultural production. The Kaliningrad region is on the average by the year an area with excessive moisture, as a result of which drainage reclamation plays a significant role in the stable management of agriculture. Drainage melioration is the main factor in the intensification of agricultural production (in conjunction with mechanization and chemicalization) and scientific and technological progress in agriculture, which opens up ample opportunities for increasing crop yield and creating a solid fodder base for livestock. Violation of the operation of the drainage main channel M-20 can adversely affect the polder system and the management of agriculture. Maintaining the channel in a proper state is one of the key tasks on this polder system. It was the characteristic of the Kaliningrad region on the number and condition of

land reclamation systems. We consider the federal laws that require owners to maintain waterworks in good condition. The problems that may occur when the content of drainage canals in an inappropriate condition. The necessary design parameters bilge main channel M-20 at different sites and, based on a graph of water flow in the channel has been built on the concentration of vegetation in the channel. The end result was to determine the likelihood of an emergency at the current level of concentration of vegetation.

Key words: *reclaimed land; polder soil; fertility; drainage channel; vegetation; water; pumps; runoff; flow rate; emergencies.*

Введение

Общая площадь Калининградской области с заливами составляет 1512,5 тыс. га, площадь суши равна 1351,2 тыс. га. Площадь осушаемых земель области по состоянию на 01 января 2017 года составляет 1047,8 тыс. га, в том числе земель сельхозпроизводителей – 594,5 тыс. га. В области имеется около 100 тыс. га полейдерных систем, расположенных на землях с наиболее высоким плодородием [1].

При проектировании осушительных систем режим осушения устанавливается с учётом сельскохозяйственного использования земель [2-4]. Практически всё сельхозпроизводство в области ведётся на мелиорированных землях. Часть полейдерных систем представлена открытой регулирующей сетью грунтовых каналов.

Техническое состояние мелиоративных систем за последние 24 года существенно ухудшилось. Около трети осушаемых земель находится в неудовлетворительном мелиоративном состоянии, т.е не обеспечивают осушение [5].

В соответствии с федеральным законом «О мелиорации земель» (№ 4-ФЗ от 10.01.1996 г., ст. 29) [6], при эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений (ГТС) собственники (физические и юридические лица) обязаны содержать указанные объекты в исправном (надлежащем) состоянии и принимать меры по предупреждению их повреждений. Правила эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных ГТС устанавливаются федеральным органом исполнительной власти. В правилах эксплуатации ГТС мелиоративного назначения должны быть учтены требования по их безопасной эксплуатации, согласно Федеральным законам «О безопасности гидротехнических сооружений» (№ 117-ФЗ от 21.07.1997 г.) [7], «О техническом регулировании» (№ 184-ФЗ от 27.12.2002 г.) [8] и согласно «Техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений» (№ 384-ФЗ от 30.12.2009 г.) [9].

Важной темой является поддержание каналов в надлежащем техническом состоянии. Эксплуатация мелиоративных каналов в земляном русле сопряжена с неизбежной потерей первоначальной проектной формы. В основном наблюдается уменьшение площади поперечного сечения канала, вызванное отложением наносов и заилениями, деформацией откосов и русел, зарастанием кустарниковой и травянистой растительностью, вследствие чего снижается его пропускная способность. Подобного вида загрязнения без своевременного удаления может привести к не выполнению плана по осушению территории, а также к подтоплению территорий вследствие перелива воды через бровки канала.

Актуальным вопросом является влияние растительности на пропускную способность осушительного магистрального канала М-20. т.к он давно не ремонтировался и не подвергался плановой очистке.

Очистные работы для осушительных каналов необходимо проводить один раз в 3–5 лет. Для осушительных каналов при заилении и отложении наносов, покрывающих 10% от проектного живого сечения, необходимо проводить текущий ремонт, а при количестве наносов, покрывающих до 25% и более 25%, соответственно требуется проводить средний и капитальный ремонт. Проведение капитального ремонта каналов подразумевает полное восстановление их продольного и поперечного профилей. Разнообразие каналов и их категорий, а также грунтовые условия земляного русла определяют повторность проведения

капитальных ремонтов, которая может быть в пределах от 8–10 до 20–25 лет. В среднем на 1 га обслуживаемой площади на осушительных системах необходимо выполнять земляные работы объемом 5...15 м³ [10].

Цель и задачи работы

Целью работы является построение графика зависимости пропускной способности от концентрации растительности в осушительном магистральном канале М-20 и по средствам графика определить вероятность аварии при сегодняшнем уровне концентрации растительности.

Достижению цели сопутствовало решения следующего ряда задач:

- изучение нормативной документации и научных работ по данной тематике;
- осуществлена консультация в проектных институтах;
- получены необходимые расчётные параметры осушительного магистрального канала М-20 на различных участках;
- подобраны корректные методики расчёта пропускной способности канала в зависимости от концентрации растительности.

Гидравлические характеристики канала

Нами были найдены и рассчитаны основные гидравлические характеристики магистрального канала М-20 на трёх участках ПК28, ПК34 и ПК67 (табл. 1).

Таблица 1 – Параметры магистрального канала М-20

ПК	28	34	67
Ширина понизу b , м.	1,8	1,6	1,4
Коэффициент заложения откосов m .	2,0	2,0	2,0
Глубина h , м.	2,3	2,2	1,8
Ширина поверху B , м.	11,2	10,4	8,6
Уклон i .	0,00031	0,00028	0,00026
Расход Q , м ³ /с.	1,75	1,50	1,00
Площадь ж/с канала w , м ²	14,72	13,20	9,00
Скорость воды v , м/с	0,12	0,11	0,11

Расчёт характеристик для построения графика зависимости расходов воды в канале от концентрации растительности в канале

Площадь живого сечения канала с растительностью находится по следующей формуле [11]:

$$w_0 = w(1 - k), \quad (1)$$

где k – объёмная концентрация растительности в канале; w – площадь живого сечения чистого канала, м².

Расход воды в канале можно найти по следующей формуле [12]:

$$Q = w \cdot v. \quad (2)$$

По формуле (1) произведём расчёт (табл. 2), задаваясь разными значениями k .

Как показывают эмпирические исследования [11] с увеличением концентрации растительности в канале, при данном уклоне и схожими гидравлическими характеристиками, скорость воды будет изменяться следующим образом (табл. 2).

Таблица 2 – Скорость воды (м/с) и площадь ж/с канала (м²) при разных объёмах концентрации растительности

k	v , участка ПК 28	v , участка ПК 34	v , участка ПК 67	w_0 , участка ПК 28	w_0 , участка ПК 34	w_0 , участка ПК 67
0,0	0.120	0.110	0.110	14,72	13,20	9,00
0,2	0.075	0.068	0.068	11.78	10.56	7.20
0,4	0.029	0.027	0.027	8.83	7.92	5.40
0,6	0.012	0.011	0.011	5.89	5.28	3.60
0,8	0.005	0.0049	0.0049	2.94	2.64	1.80

Вычислив скорости воды и площади живого сечения участков канала при разных объёмах концентрации растительности, найдём расходы воды по формуле (2), и построим график зависимости расходов воды в канале от концентрации растительности в канале (рис).

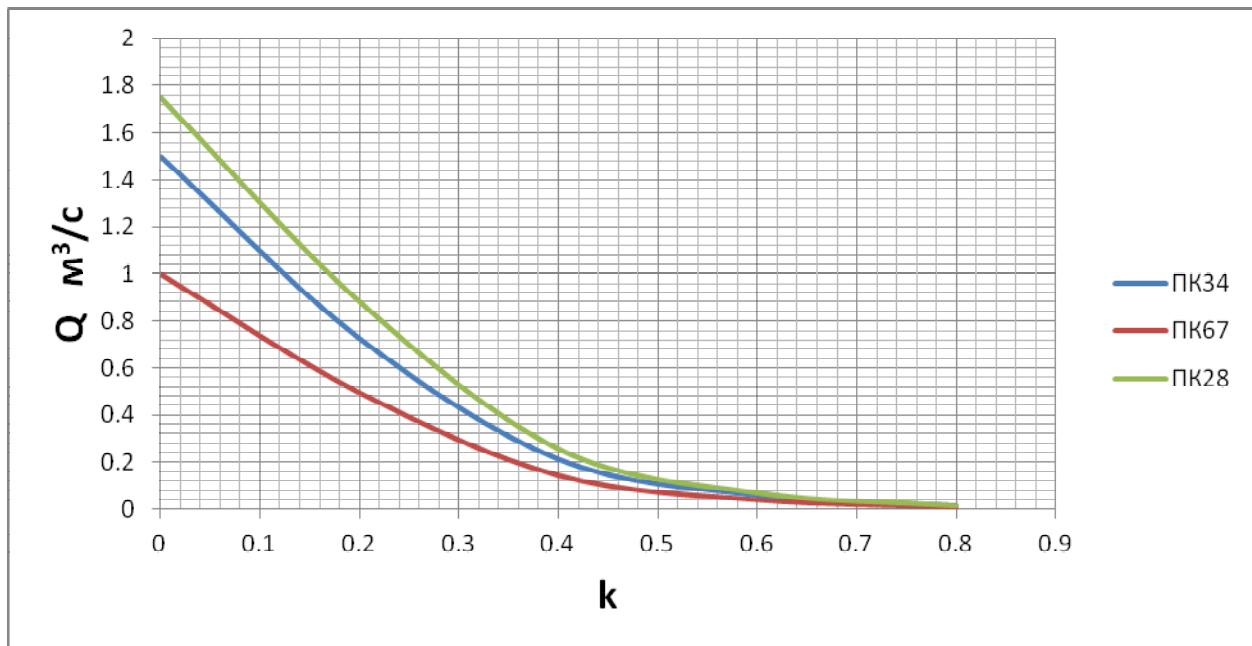


Рисунок – График зависимости расходов воды от концентрации растительности в канале

Из графика видно, что даже небольшие концентрации растительности значительно влияют на пропускную способность в канале.

Расчёт вероятности аварии при сегодняшнем уровне концентрации растительности

На сегодняшний день осушительный магистральный канал 20-М имеет следующие концентрации растительности: $k_{ПК28} = 0.10$; $k_{ПК34} = 0.11$ и $k_{ПК67} = 0.13$

Используя рисунок, получаем такие значения расхода: $Q_{ПК28} = 1,30$ м³/с; $Q_{ПК34} = 1,05$ м³/с и $Q_{ПК67} = 0,60$ м³/с

Находим вероятность аварии для каждого участка по формуле:

$$P = \left(1 - \frac{Q_p}{Q}\right) \cdot 100\%, \quad (3)$$

где Q – расход воды в чистом канале; Q_p – расход воды с учётом растительности.

Исходя из формулы (3) получаем следующие значения: $R_{ПК28} = 26\%$; $R_{ПК34} = 30\%$ и $R_{ПК67} = 40\%$;

По общепринятым рекомендациям вероятность аварии на гидротехнических сооружениях входящих в состав мелиоративных систем не должна превышать 5-15% [7, 13]. Ни один из исследованных участков не отвечает данному требованию, что говорит о необходимости проведения в ближайшее время ремонтных и очистительных работ в канале.

Заключение

Благодаря построенной зависимости можно прогнозировать в осушительном магистральном канале М-20 расход воды при помощи имеющихся данных по концентрации растительности и на оборот

Как видно из расчёта даже малые концентрации растительности отрицательно влияют на работу канала, что негативно может повлиять на ведение сельского хозяйства, а также в редких случаях возникновению чрезвычайных ситуаций [14].

ЛИТЕРАТУРА

1. Пунтусов В.Г. Оценка мелиоративного состояния осушаемых сельскохозяйственных земель Калининградской области по водному режиму // Комплексное использование и охрана водных ресурсов региона: сб. науч. тр. Калининград: Изд-во КГТУ, 2011. С. 129-134.
2. СП 100.13330.2011. Свод правил. Мелиоративные системы и сооружения. Утвержден приказом Минстроя России от 19.07.2011.
3. СП 116.133330.2012. Свод правил. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Утвержден приказом Минрегиона России от 30.06.2012, № 274.
4. Рекомендации по расчётам параметров режимов осушения и увлажнения сельскохозяйственных земель. Л.: СевНИИГиМ, 1981. 98 с.
5. Спирин, Ю.А., Пунтусов В.Г. Исследование мелиоративного состояния осушаемых сельскохозяйственных земель на полевом насосной станции № 20а в Славском районе Калининградской области // Опыт прошлого – взгляд в будущее: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов. Тула: Изд-во ТГУ, 2016. С. 129-133.
6. Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О мелиорации земель».
7. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений».
8. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 264-ФЗ «О техническом регулировании».
9. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
10. Абдулмажидов Х.А. Конструктивные особенности каналов и технологические возможности каналоочистителя с ковшем на жесткой направляющей // Материалы Международной научно-практической конференции «Транспорт, логистика природопользование–2013». Ереван: Арменпак, 2013. 112 с.

11. Диваков О.В., Фонарёв А.Л., Пунтусов В.Г. Шероховатость осушительного канала польдерной системы, заросшего растительностью // Гидромеханика, гидромеханизация процессов добычи и обработки рыбы: сб. науч. тр. Калининград: Изд-во КГТУ, 1994. С. 141-153.
12. Киселев П.Г. Гидравлика. Основы механики жидкости: учебное пособие для вузов. М.: Энергия, 1980. 360 с.
13. Василевский А.Г., Серков В.С. О некоторых результатах применения Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» // Гидротехническое строительство. 2009. № 9. С. 34-38.
14. Спирин Ю.А. Расчёт эксплуатационной надёжности гидротехнических сооружений осушаемых сельскохозяйственных земель на польдере насосной станции № 20а в Славском районе, Калининградской области // Современные научно-практические решения XXI века: материалы международной науч.-практ. конф. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. С. 56-63.

REFERENCES

1. Puntusov V.G. *Otsenka meliorativnogo sostoyaniya osushaemykh sel'skokhozyaystvennykh zemel' Kaliningradskoy oblasti po vodnomu rezhimu* [Assessment of the ameliorative condition of drained agricultural land in Kaliningrad region by water regime]. *Kompleksnoe ispol'zovanie i okhrana vodnykh resursov regiona*. Kaliningrad: KGTU, 2011, pp. 129-134.
2. SP 100.13330.2011. *Svod pravil. Meliorativnye sistemy i sooruzheniya. Utverzhden prikazom Ministroya Rossii ot 19.07.2011*. [Set of rules. Drainage systems and structures. Approved by order of the Ministry of construction of Russia from 19.07.2011.].
3. SP 116.13330.2012. *Svod pravil. Inzhenernaya zashchita territoriy, zdaniy i sooruzheniy ot opasnykh geologicheskikh protsessov. Utverzhden prikazom Minregiona Rossii ot 30.06.2012, No 274*. [Engineering protection of territories, buildings and constructions from dangerous geological processes. Approved by order of Ministry of regional development of Russia dated 30.06.2012 No. 274.].
4. *Rekomendatsii po raschetam parametrov rezhimov osusheniya i uvlazhneniya sel'skokhozyaystvennykh zemel'* [Recommendations for calculations of parameters of modes of dehumidification and humidification of agricultural land]. Leningrad: SevNIIGiM Publ., 1981. 98 p.
5. Spirin, Y.A., Puntusov V.G. *Issledovanie meliorativnogo sostoyaniya osushaemykh sel'skokhozyaystvennykh zemel' na pol'dere nasosnoy stantsii № 20a v Slavskom rayone Kaliningradskoy oblasti* [Investigation of the ameliorative condition of drained agricultural land in the polder pumping station No. 20A in Slavskoe district of Kaliningrad region] *Opyt proshlogo – vzglyad v budushchee: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i studentov*. Tula: Publishing house of Tula state University, 2016, pp. 129-133.
6. *O melioratsii zemel'. Federal'nyy zakon ot 10 yanvarya 1996 g. № 4-FZ*. [About land reclamation. Federal law of 10 January 1996 No 4-FA].
7. *O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy. Federal'nyy zakon ot 21 iyulya 1997 g. № 117-FZ* [On safety of hydraulic structures. Federal law of 21 July 1997 No. 117-FA].
8. *O tekhnicheskoy regulirovaniy. Federal'nyy zakon ot 27 dekabrya 2002 g. № 264-FZ*. [On technical regulation. Federal law of 27 December 2002 No 264-FA].
9. *Tekhnicheskyy reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy. Federal'nyy zakon ot 30 dekabrya 2009 g. № 384-FZ* [Technical regulations on safety of buildings and constructions. Federal law of 30 December 2009 No 384-FA].
10. Abdulmazhidov Kh.A. *Konstruktivnye osobennosti kanalov i tekhnologicheskie vozmozhnosti kanaloochistitelya s kovshom na zhestkoy napravlyayushchey* [Structural features of



channels and the technological capabilities of the dredger with a bucket on a rigid guide]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Transport, logistika prirodopol'zovanie–2013»*. Erevan: Armenpak, 2013. 112 p.

11. Divakov O.V., Fonarev A.L., Puntusov V.G. *Sherokhovatost' osushitel'nogo kanala pol'dernoy sistemy, zarosshogo rastitel'nost'yu* [Roughness of the canal polder drainage system, overgrown with vegetation]. *Gidromekhanika, gidromekhanizatsiya protsessov dobychi i obrabotki ryby*. Kaliningrad: KGTU, 1994, pp. 141-153.

12. Kiselev P.G. *Gidravlika. Osnovy mekhaniki zhidkosti: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Hydraulics. Fundamentals of fluid mechanics: textbook for universities]. Moscow: Energiya Publ., 1980. 360 p.

13. Vasilevskiy A.G., Serkov V.S. *O nekotorykh rezul'tatakh primeneniya Federal'nogo Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo zakona «O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy»* [Some results of the application of the Federal Act «On safety of hydraulic structures»]. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo*, 2009. No 9, pp. 34-38.

14. Spirin Y.A. *Raschet ekspluatatsionnoy nadezhnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy osushaemykh sel'skokhozyaystvennykh zemel' na pol'dere nasosnoy stantsii № 20a v Slavskom rayone Kaliningradskoy oblasti* [Calculation of operational reliability of hydraulic structures drained agricultural land in the polder pumping station No. 20A in Slavskoe district of Kaliningrad region]. *Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya XXI veka: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Voronezh: Voronezhskij GAU, 2016. pp. 56-63.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Спирин Юрий Александрович

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, магистрант,

E-mail: spirin1234567890@rambler.ru.

Spirin Yuri Aleksandrovich

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, future master,

E-mail: spirin1234567890@rambler.ru.

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с автором статьи:

236010, Россия, Калининград, ул. Воздушная, дом 38. Спирин Ю.А.

8(4012)99-53-37