

УДК 631.62

DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-39-54

Ю. А. Спирин

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград,
Российская Федерация

УЛУЧШЕНИЕ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОСУШАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОЛЬДЕРНОГО МАССИВА В СЛАВСКОМ РАЙОНЕ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Целью работы являлось проведение анализа мелиоративного состояния осушаемых сельскохозяйственных земель, урвненного режима грунтовых вод и технического состояния гидротехнических сооружений польдера, а также выбор мероприятий по их улучшению. Материалами исследований выступили измерения, проводимые на польдере в течение 15 лет федеральным государственным унитарным предприятием «Калининградский гидрогеолого-мелиоративный и научный центр», Калининградским отделом Северного научно-исследовательского института и федеральным государственным бюджетным учреждением «Управление «Калининградмелиоводхоз». Во время исследования было выявлено, что эксплуатационная надежность гидротехнических сооружений колеблется в пределах 30–70 %, что не отвечает требованиям нормативных документов. Около 40 % площади польдера на сегодняшний день имеет неудовлетворительное мелиоративное состояние. Насосная станция имеет изношенное насосное оборудование с избыточной мощностью и напором. В работе обосновано использование эксплуатационных уровней откачки воды насосной станцией № 20а для предпосевного, вегетационного и осенне-зимнего периодов. В процессе исследования была установлена связь между абсолютными отметками залегания грунтовых вод и абсолютными отметками поверхности земли, из которой видно, что посевы сельскохозяйственных культур целесообразно проводить на абсолютных отметках поверхности земли 0,50–1,55 м. Из работы можно сделать вывод о необходимости в следующих мероприятиях: повышение эксплуатационной надежности правобережной дамбы р. Немонинка, замена насосно-силового оборудования насосной станции энергосберегающим с напором 2,57 м, очистка магистральных и открытых каналов, использование обоснованных эксплуатационных уровней откачки воды насосной станцией, корректировка режима откачки воды насосной станцией с использованием мониторинга урвненного режима грунтовых вод, использование построенной в работе зависимости для выбора мест, где будет осуществляться посев сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: мелиорация, сельское хозяйство, осушение, польдер, насосное оборудование, урвненный режим, грунтовые воды, гидротехнические сооружения, сельскохозяйственные земли, эксплуатационная надежность.

Yu. A. Spirin

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russian Federation

IMPROVEMENT OF THE RECLAMATION CONDITION OF DRAINED AGRICULTURAL LANDS OF THE POLDER MASSIF IN SLAVSKIY DISTRICT KALININGRAD REGION

The aim of the work was to analyze the reclamative state of the drained agricultural land, the ground water level regime and the technical condition of the polder's hydraulic structures, as well as the choice of measures for their improvement. The research materials were measurements carried out on a polder by the federal state unitary enterprise “Kaliningrad Hydrogeological, Reclamative and Scientific Center”, the Kaliningrad branch of Northern Research Institute and the Federal State Budgetary Institution “Kaliningradmeliovodhoz” for 15 years. During the study it was found that the operational reliability of hydraulic structures ranged from 30–70 % that did not meet the requirements of regulatory documents. About 40 % of the polder area today are in an unsatisfactory reclamation condition. The pumping station has a worn pumping equipment with excess power and pressure. The use of operating levels of pumping water by the pumping station number 20a for pre-sowing, vegetative and autumn-winter periods is justified. In the course of study, a connection between the absolute elevations of groundwater table and the absolute elevations of land surface, from which it is seen that it is advisable to sow crops on absolute elevations of land surface at 0.50–1.55 m was established. The conclusion about necessity of following actions can be drawn: improvement of the operational reliability of the right bank dam of Nemoninka river, replacement of pumping and power equipment of a pumping station with the energy saving one with a pressure of 2.57 m, the cleaning of the main and open canals, using sound operating levels of water pumping by a pumping station, adjusting the pumpdown performance using monitoring of groundwater level, using built-in dependencies to select the places where crops will be sown.

Key words: land reclamation, agriculture, drainage, polder, pumping equipment, level regime, groundwater, hydraulic structures, agricultural land, operational reliability.

Введение. В настоящее время актуальной темой для обсуждения является интенсивное развитие сельскохозяйственного комплекса на территории Российской Федерации [1–3]. Пolderные земли Калининградской области имеют высокое потенциальное плодородие, что важно для эффективного сельскохозяйственного производства. Одними из основных задач при ведении качественного сельского хозяйства являются оценка, выявление особенностей и поддержание необходимого водного режима сельскохозяйственных земель [4–7].

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 1 января 2018 г. составляет 1047,8 тыс. га, в т. ч. земель сельхозпроизводителей – 594,5 тыс. га. В области имеется около 100 тыс. га пolderных систем, расположенных на землях с наиболее высоким плодородием [8].

Самый крупный пolderный массив располагается на территории Неманской низменности в Славском районе. Он представляет собой ряд

отдельных польдерных систем с осушительными насосными станциями, отводящими избыточную воду с площадей в реки-водоприемники и Куршский залив с целью поддержания необходимого уровня грунтовых вод. В этот массив также входит польдер насосной станции № 20а.

Основная часть земель польдера насосной станции № 20а представлена осушаемыми сельскохозяйственными землями и в настоящее время используется достаточно интенсивно (выращиваются зерновые культуры, рапс и т. д.). На используемых землях из-за частичного переувлажнения требуется улучшение мелиоративного состояния, для этого необходимо выполнить ремонтные работы на открытых каналах и закрытом дренаже. Остальные земли с открытой регулирующей сетью каналов используются экстенсивно, здесь расположены естественные сенокосы и пастбища, но из-за неудовлетворительного мелиоративного состояния наиболее ценные многолетние травы отсутствуют. На сегодняшний день там растут травы, выдерживающие достаточно продолжительные затопления. На этих площадях требуется реконструкция осушительной сети.

Откачка воды производится осушительной насосной станцией № 20а. Насосно-силовое оборудование установлено в 1986 г. и имеет 3–4-кратный износ. Насосная станция нуждается в реконструкции.

Польдер защищен от затопления со стороны р. Немонинка правобережной дамбой.

Часть польдера по существующей классификации относится к польдерам низкого уровня с абсолютными отметками земли до 1 м БС, а другая к польдерам среднего уровня с абсолютными отметками земли от 1 до 3 м БС.

Земли польдера используются под пашню и кормовые угодья. Территория польдера представлена торфяно-болотными почвами, расположенными на участках с пониженными отметками. Повышенные отметки характеризуются аллювиально-болотными и аллювиальными почвами [9].

В сложившихся условиях тип водного питания грунтовой, включа-

ющий в себя атмосферные осадки и приточность грунтовых вод за счет фильтрации из р. Немонинка на польдер через тело и основание дамбы.

Цель работы – анализ мелиоративного состояния осушаемых сельскохозяйственных земель, уровня режима грунтовых вод и технического состояния гидротехнических сооружений польдера, а также выбор мероприятий по их улучшению.

Для достижения цели требуется решение следующего ряда задач:

- рассмотрение методов и результатов оценки мелиоративного состояния осушенных сельскохозяйственных земель польдера;

- определение эксплуатационной надежности: участка правобережной дамбы р. Немонинка, оборудования насосной станции № 20а и магистрального канала М-20;

- исследование особенностей формирования уровня режима грунтовых вод на польдере;

- обоснование эксплуатационных уровней откачки воды насосной станцией № 20а;

- выбор энергоэффективного оборудования насосной станции при ее реконструкции;

- оценка устойчивости низового откоса дамбы;

- расчет экономической эффективности мероприятий по улучшению мелиоративного состояния польдера;

- выбор мероприятий по улучшению состояния правобережной дамбы и технического состояния открытой осушительной сети польдера.

Материалы и методы. Материалами исследования стали:

- результаты измерений уровней воды в верхнем и нижнем бьефе насосной станции № 20а, проводившихся ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз» в 2000–2002 гг.;

- результаты исследований влияния заложения глубины грунтовых вод на урожайность многолетних трав, проведенных Калининградским отделом Северного НИИ гидротехники и мелиорации в 1987 г.;

- результаты измерений уровня грунтовых вод и абсолютных отметок поверхности земли польдера, проведенных ФГУП «Калининградский гидрогеолого-мелиоративный и научный центр» в начале полевых работ в середине апреля 2001 г.;

- параметры для расчета различных характеристик гидротехнических сооружений польдера и результаты мелиоративной оценки сельскохозяйственных земель польдера, предоставленные ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз».

Расчет эксплуатационной надежности и гидравлических характеристик гидротехнических сооружений, а также оценка устойчивости низового откоса правобережной дамбы р. Немонинка производился по методам, описанным в действующих нормативных документах по данной тематике [10–19].

Режим откачки был определен по расчетным эксплуатационным уровням в аванкамере насосной станции, данный метод предложен В. А. Филатовым и является общепризнанным [20].

Исследование особенностей формирования уровенного режима грунтовых вод на польдере и выбор энергоэффективного оборудования насосной станции на основе среднего геодезического напора производились при помощи методов обработки гидрологической информации [21].

Результаты и обсуждение. В работе были рассмотрены методы и результаты оценки мелиоративного состояния осушенных сельскохозяйственных земель польдера. По результатам обследования 1997 г. состояние земель оценивалось для умеренно влажного периода как хорошее для 500 га, удовлетворительное для 1100 га, неудовлетворительное для 330 га. В 2000 г. для сухого периода – как хорошее для 1700 га, удовлетворительное для 230 га. В 2017 г. для крайне влажного периода – как удовлетворительное на площади 1130 га (участки с точками 1–8, 11–13) и неудовлетворительное на площади 800 га (участки с точками 9, 10, 14–19) (рисунок 1) [22–24].

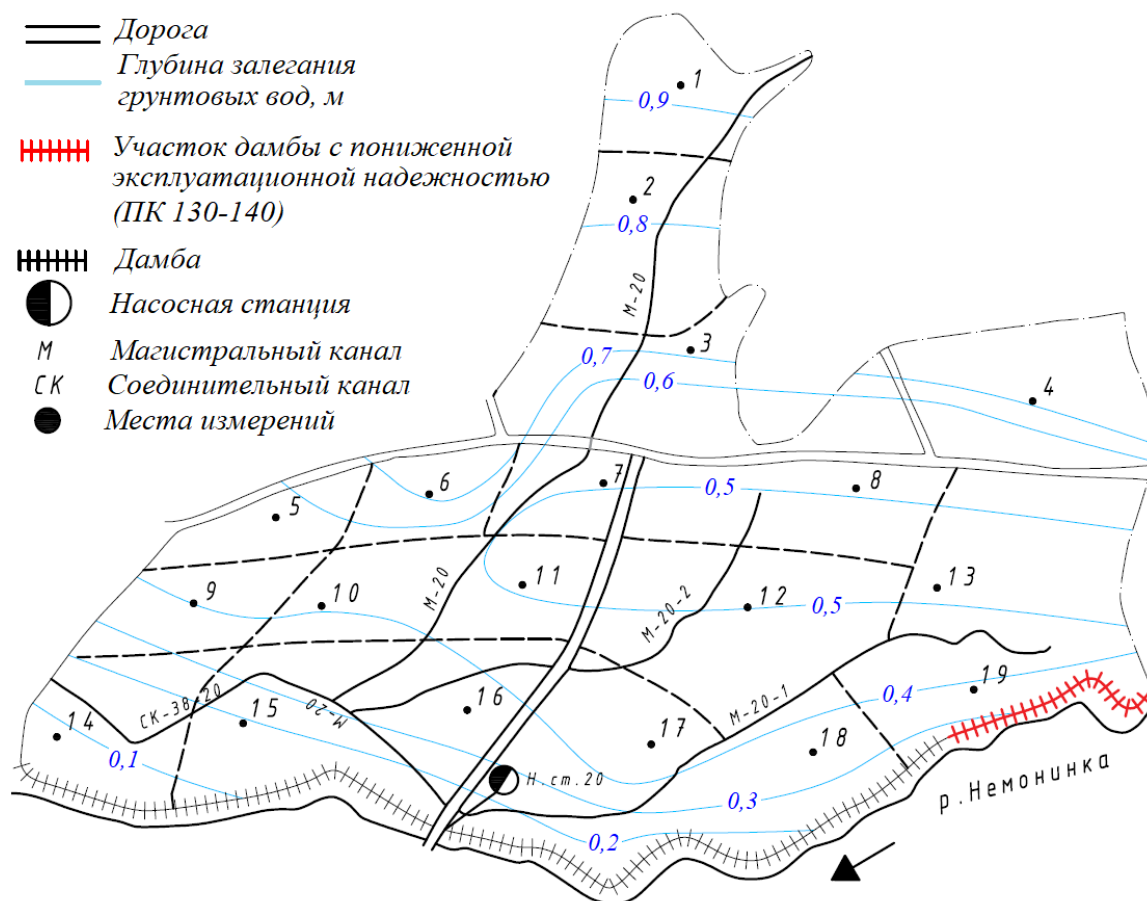
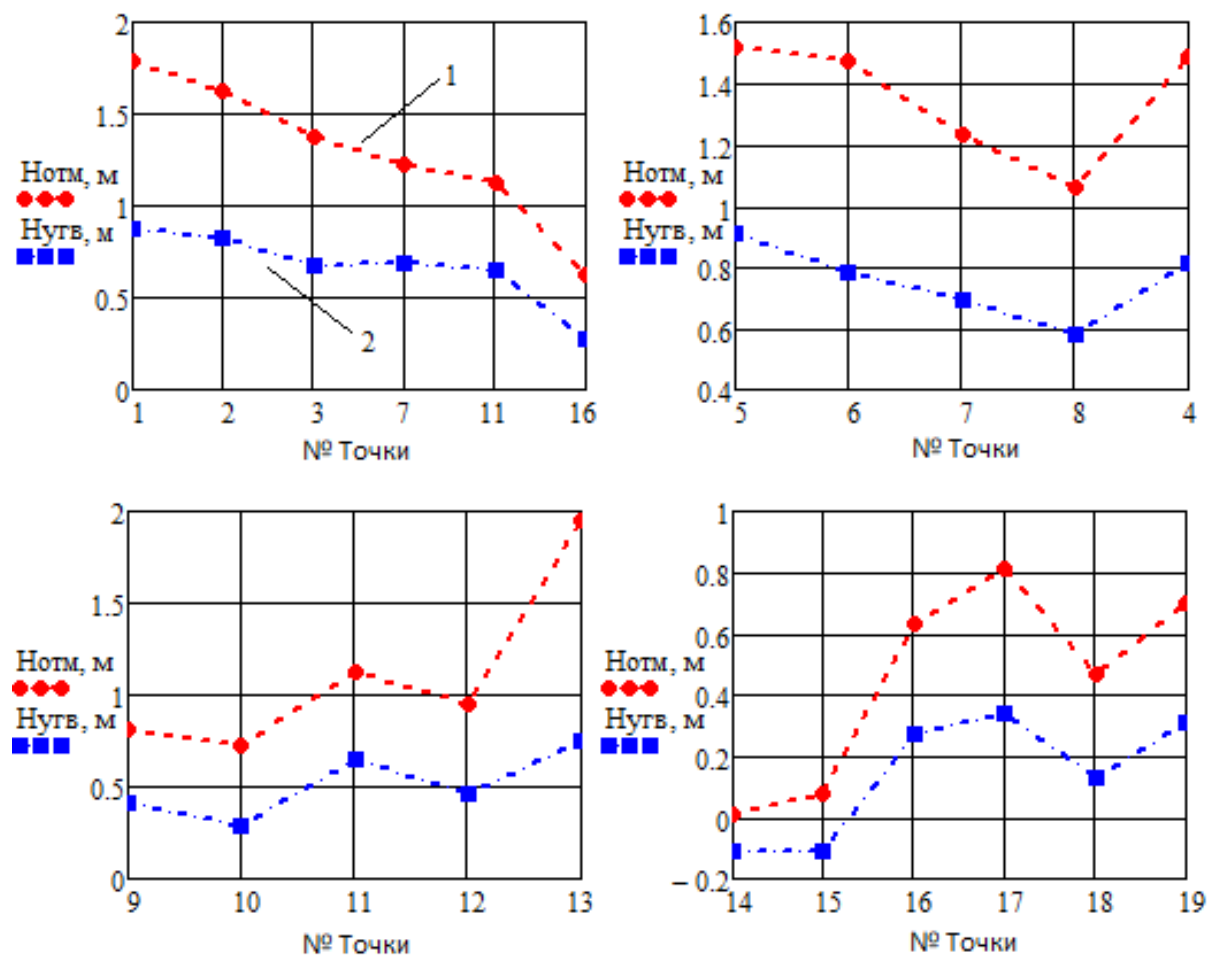


Рисунок 1 – Схема польдера насосной станции № 20а (масштаб 1:50000)

Исходя из требований, представленных в федеральных законах и сводах правил [10–15], был произведен расчет эксплуатационной надежности основных гидротехнических сооружений польдера. Эксплуатационная надежность дамбы при 3 % расчетной обеспеченности максимальных уровней воды в реке в среднем составляет 45 %, что не отвечает общепринятым рекомендациям в 95–99 %, особо низкая надежность обнаружена на участке с пикетами 130–140, там надежность равна 20 %. Насосное оборудование показало эксплуатационную надежность 50 % по отдельным насосам и ниже 30 % при совместной работе. Магистральный канал М-20 показал эксплуатационную надежность на трех рассматриваемых участках от 70 до 75 %, что ниже рекомендуемой [25].

Во время исследования были выявлены особенности формирования уровня грунтовых вод на польдере. На рисунке 1 представлена

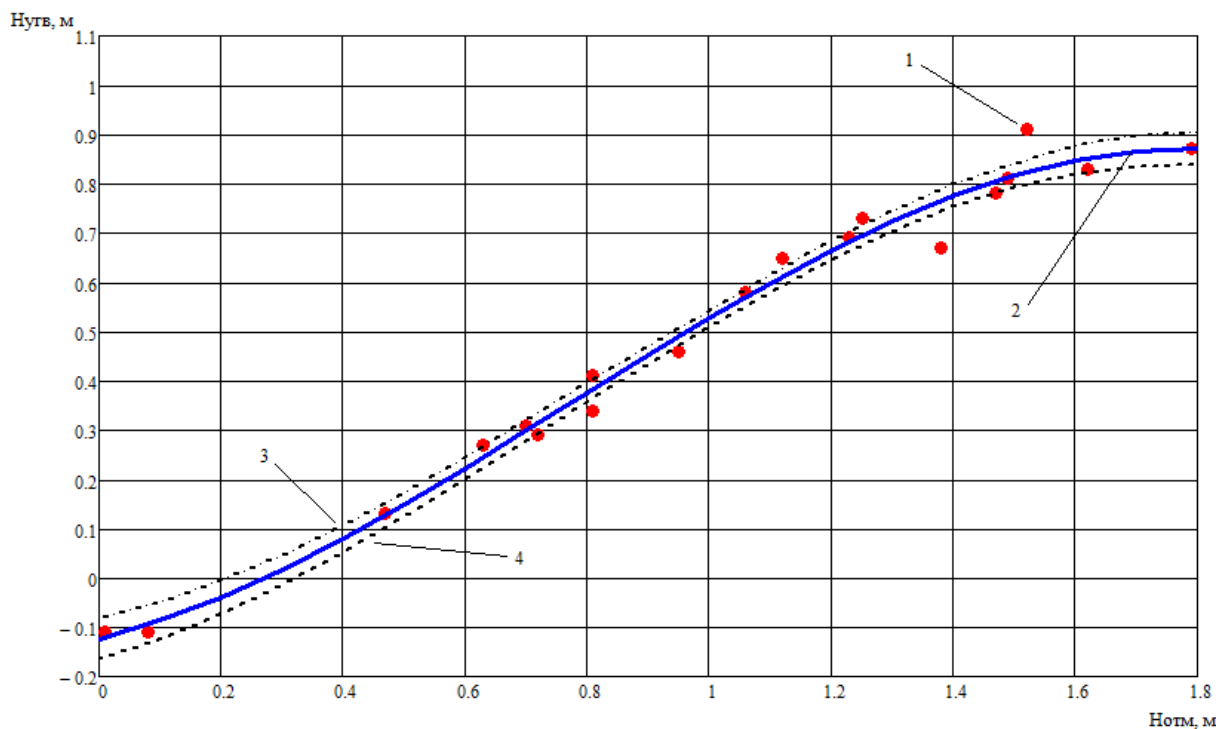
схема польдера насосной станции, точками обозначены места, где производилось измерение уровня грунтовых вод и абсолютных отметок поверхности земли. Измерения производились ФГУП «Калининградский гидрогеолого-мелиоративный и научный центр» в начале полевых работ в середине апреля 2001 г. На рисунке 2 представлены в графическом виде результаты данных измерений.



1 – абсолютные отметки поверхности земли ($H_{отм}$, м БС);
 2 – абсолютные отметки залегания грунтовых вод ($H_{угв}$, м БС)

Рисунок 2 – Результаты измерений абсолютных отметок на польдере насосной станции № 20а

Произведена статистическая обработка результатов измерений, и построена зависимость между абсолютными отметками уровней грунтовых вод и абсолютными отметками поверхности земли (рисунок 3). Полученная зависимость может быть использована для планирования сельскохозяйственного использования земель [21, 26, 27].



1 – экспериментальные данные; 2 – кривая, полученная по уравнению линейной регрессии; 3 и 4 – верхний и нижний доверительный интервал

Рисунок 3 – Связь между абсолютными отметками залегания грунтовых вод ($H_{угв}$, м БС) и абсолютными отметками поверхности земли ($H_{отм}$, м БС) на полевом участке, обслуживаемом насосной станцией № 20а

Проведено обоснование эксплуатационных уровней откачки для данной насосной станции. Характерные точки полей и их параметры, необходимые для расчета, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика точек 18, 8 и 14

Показатель	№ точки		
	18	8	14
L (м)	3000	4700	2600
H_z (м)	0,47	1,06	0,00
$h_{уст}$ (м)	1,6	1,5	–

L – расстояние от насосной станции до характерного участка по трассе подводящего (магистрального) канала, м; H_z – отметка поверхности земли, характерная для данного осушаемого участка, м; $h_{уст}$ – глубина заложения дренажных устьев от поверхности земли, м.

Расчет проводился в соответствии с рекомендациями Ю. А. Юшкаускаса и др. [20], а результаты расчета представлены в таблице 2.

Расчет эксплуатационных уровней откачки для каждой характерной точки полей показал, что точка 18 имеет наименьшие эксплуатацион-

ные уровни откачки, что позволит достичь нормы осушения на всем польдерном массиве при условии нормальной работы осушительной сети.

Таблица 2 – Результаты расчета эксплуатационных уровней откачки воды для польдерной насосной станции № 20а

В м от поверхности земли

Показатель	Земли сельхозиспользования	Расчетный период откачки		
		Предпосевной (апрель – май)	Вегетационный (июнь – сентябрь)	Осенне-зимний (октябрь – март)
Эксплуатационные уровни откачки по отметкам: верхний H_v нижний H_n	Полевой севооборот (т. 18)	$H_v = -1,1$ $H_n = -1,7$	$H_v = -1,0$ $H_n = -1,6$	$H_v = -1,1$ $H_n = -1,7$
	Полевой севооборот (т. 8)	$H_v = -0,4$ $H_n = -1,3$	$H_v = -0,4$ $H_n = -1,3$	$H_v = -0,4$ $H_n = -1,3$
	Кормовые угодья (т. 14)	$H_v = -1,0$ $H_n = -1,5$	$H_v = -1,1$ $H_n = -1,6$	$H_v = -0,8$ $H_n = -1,3$

Повышение энергоэффективности насосных станций на польдерах является важным вопросом на сегодняшний день. На большинстве польдерных насосных станций установлено насосно-силовое оборудование отечественного производства с избыточной мощностью и напором 4–8 м. На основе данных о результатах измерений уровней воды в верхнем и нижнем бьефе насосной станции № 20а с 2000 по 2002 г., предоставленных ФГБУ «Управление «Калининградмелиоводхоз», был произведен расчет средневзвешенного напора воды, подбор и сравнение энергоэффективности насосного оборудования [28].

Для каждой недели в период с 2000 по 2002 г. был найден геодезический напор путем определения разности уровней воды в верхнем и нижнем бьефе насосной станции № 20а. Далее полученные напоры были просуммированы и поделены на количество рассматриваемых недель. Таким образом, был найден средний геодезический напор, равный 1,33 м.

Потери напора воды в напорном трубопроводе насосной станции по длине и на местные сопротивления были рассчитаны при помощи формулы Дарси – Вейсбаха.

Имея все необходимые показатели, произвели расчет средневзвешенного напора воды, требующегося насосному оборудованию для пере-

качки воды, он равен 2,57 м (сумма среднего геодезического напора воды 1,33 м, потерь напора воды на местные сопротивления 0,63 м, потерь напора воды по длине трубопровода 0,11 м и запаса 0,5 м). При выборе насосного оборудования следует опираться на данный напор.

На замену установленному насосу ОВ6-55К, исходя из расчетов, были подобраны два варианта: насос широкого действия PL 7065/705 3~830 и более подходящий под рабочую точку PL 7065/705 3~1050. При сравнении энергоэффективности насос PL 7065/705 3~1050 показал результаты в два раза лучше установленного насоса ОВ6-55К, при этом не уступая в производительности. Замена насоса позволит экономить на электроэнергии до 500 тыс. руб./год.

Фильтрационный расход на 1 пог. м для правобережной дамбы на р. Немонинка составляет 1,11 м³/сут. Для расчета устойчивости низового откоса правобережной дамбы на р. Немонинка был использован метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения грунтового массива с разбивкой его на отсеки. В результате расчета коэффициент устойчивости откоса равен 2,27 при уровне воды в реке 3 % обеспеченности, что отвечает с большим запасом требованиям, указанным в СП 39.13330.2012 [16].

Расчет экономической эффективности мероприятий по улучшению мелиоративного и технического состояния полейдера показал, что окупаемости можно добиться через 5 лет (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 – Расчет затрат на первоочередной ремонт мелиоративной системы

Наименование работы	Единица измерения	Количество	Укрупненная стоимость единицы, тыс. руб.	Общая стоимость, млн руб.
1 Замена насосного оборудования	1 насос	3	5000	15,00
2 Ремонт открытых проводящих каналов в земляном русле	км	36	200	7,20
3 Ремонт открытых регулирующих каналов	км	84	80	6,72
4 Досыпка дамбы	тыс. м ³	5,4	1000	5,40
Итого				34,32

Таблица 4 – Расчет налоговых поступлений в бюджет от реализации сельхозпродукции

Наименование сельхозкультур	Площадь, тыс. га	Урожайность сельскохозяйственных культур, т/га	Валовый сбор, тыс. т	Цена реализации, тыс. руб./т	Стоимость реализации (СР), млн руб.	Доход бюджета (6 % от СР), млн руб.
1 Зерновые культуры	0,6	4,5	2,7	11	29,7	1,8
2 Рапс	0,4	3,5	1,4	4,9	23,8	1,4
3 Кормовые культуры (сено)	0,8	8,0	6,4	3,0	19,2	1,2
4 Картофель и овощи	0,1	30,0	3,0	13,0	39,0	2,3
Итого	1,9				111,7	6,7

Срок окупаемости затрат составляет: $34,32/6,7 = 5$ лет.

Выводы. В результате анализа мелиоративного состояния осушенных сельскохозяйственных земель польдера, оценки технического состояния гидротехнических сооружений польдерной системы установлена необходимость в следующих мероприятиях.

1 Повышение эксплуатационной надежности правобережной дамбы р. Немонинка за счет досыпки грунтом с целью уплотнения пониженных участков.

2 Необходимо произвести замену насосно-силового оборудования насосной станции современными энергосберегающими насосами с меньшим напором и меньшей мощностью. Для этого целесообразно использовать моноблочные погружные насосы шахтного типа в количестве трех единиц с производительностью 945 л/с и напором 2,57 м каждый. Снижение расхода электроэнергии в этом случае составит 125 тыс. кВт·ч для среднего по водообеспеченности года.

3 Очистка магистральных и соединительных каналов с нормативной периодичностью 1 раз в 3–4 года. Проведение культуртехнических работ на открытой осушительной сети. Опыт очистки открытых магистральных и проводящих каналов в Калининградской области свидетельствует о том, что при этом восстанавливается работоспособность закрытого дренажа

на 60–80 % водосборной территории за счет промывки заиленных дренажных устьев.

4 Использование следующих обоснованных эксплуатационных уровней откачки воды насосной станцией № 20а: предпосевной (апрель – май) $H_{\text{в}} = -1,1$ м и $H_{\text{н}} = -1,7$ м; вегетационный (июнь – сентябрь) $H_{\text{в}} = -1,0$ м и $H_{\text{н}} = -1,6$ м; осенне-зимний (октябрь – март) $H_{\text{в}} = -1,1$ м и $H_{\text{н}} = -1,7$ м.

5 Корректировка режима откачки воды насосной станцией с использованием мониторинга уровня режима грунтовых вод. Это позволит обеспечивать управление водным режимом польдера на основе обратной связи. В необходимых случаях для обеспечения осушения горизонты откачки снижаются, повышаются или откачка вообще прекращается. В этом случае проводится предупредительное шлюзование для подъема грунтовых вод при недостатке влаги в почве.

6 В ходе исследований была установлена связь уровня грунтовых вод с абсолютными отметками поверхности земли на польдере насосной станции № 20а, но для использования ее в полной мере следует продолжать исследования в данном направлении. Исходя из построенной зависимости, посевы сельскохозяйственных культур на исследуемом польдере целесообразно проводить на абсолютных отметках поверхности земли 0,50–1,55 м.

7 Следует отметить, что в работе был подобран ряд первоочередных мероприятий, которые позволят продуктивно вести сельское хозяйство. Полностью решить вопросы осушения польдера возможно только при проведении комплексной реконструкции мелиоративной системы с заменой открытой регулирующей сети каналов закрытым дренажем, восстановлением закрытого дренажа, увеличением аккумулирующей емкости мелиоративного канала.

Список использованных источников

1 Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcx.ru>, 2018.

2 Щедрин, В. Н. Мелиорация земель – основа устойчивого развития АПК России / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 3. – С. 98–106.

3 Калиничева, Е. Ю. Мелиорация сельскохозяйственных земель в России: состояние и перспективы развития / Е. Ю. Калиничева, Н. В. Польшакова, А. С. Коломейченко // Вестник ОрелГАУ. – 2017. – № 3(66). – С. 121–128.

4 Ольгаренко, Д. Г. Технический уровень и эффективность эксплуатации мелиоративных систем / Д. Г. Ольгаренко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2015. – № 4(20). – С. 287–295. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec387-field6.pdf.

5 Коноплев, Е. А. Мелиорация и комплексное освоение земель Полесья / Е. А. Коноплев // Природообустройство. – 2013. – № 4. – С. 78–83.

6 Konukcu, F. Dry drainage: A sustainable solution to waterlogging and salinity problems in irrigation areas / F. Konukcu, J. Gowing, D. Rose // Agricultural Water Management. – 2006. – Vol. 83. – P. 1–12.

7 Yinhong, K. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security / K. Yinhong, K. Shahbaz, M. Xiaoyi // Progress in Natural Science. – 2009. – Vol. 12. – P. 1665–1674.

8 Пунтусов, В. Г. Оценка мелиоративного состояния осушаемых сельскохозяйственных земель Калининградской области по водному режиму / В. Г. Пунтусов // Комплексное использование и охрана водных ресурсов региона: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2011. – С. 129–134.

9 Пунтусов, В. Г. Перспективы развития мелиорации земель Калининградской области / В. Г. Пунтусов, О. В. Диваков, В. Г. Лапин // Состояние и перспективы развития водохозяйственного комплекса региона: сб. науч. тр. – Калининград: КГТУ, 2012. – С. 102–106.

10 О мелиорации земель: Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ: по состоянию на 5 апреля 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/10108787/>, 2018.

11 О безопасности гидротехнических сооружений: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ: по состоянию на 29 июля 2018 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12100061/>, 2018.

12 О техническом регулировании: Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ: по состоянию на 29 июля 2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12129354/>, 2018.

13 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ: по состоянию на 2 июля 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12172032/>, 2018.

14 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов: СП 116.13330.2012: утв. М-вом регион. развития Рос. Федерации 30.06.12: введ. в действие с 01.01.13 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095540>, 2018.

15 Инженерная защита территории от затопления и подтопления: СП 104.13330.2016: утв. М-вом стр-ва и жилищ.-коммун. хоз-ва Рос. Федерации 16.12.16: введ. в действие с 17.06.17 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054204>, 2018.

16 Плотины из грунтовых материалов: СП 39.13330.2012: утв. М-вом регион. развития Рос. Федерации 29.12.11: введ. в действие с 01.01.13 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095521>, 2018.

17 Мелиоративные системы и сооружения: СП 100.13330.2016: утв. М-вом стр-ва и жилищ.-коммун. хоз-ва Рос. Федерации 30.06.15: введ. в действие с 17.06.17 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456050590>, 2018.

18 Справочник по гидравлическим расчетам / П. Г. Киселёв [и др.]. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1972. – 312 с.

19 Киселёв, П. Г. Гидравлика. Основы механики жидкости: учеб. пособие для вузов / П. Г. Киселёв. – М.: Энергия, 1980. – 360 с.

20 Эксплуатация польдерных систем / Ю. А. Юшкаускас [и др.]; под общ. ред. Ю. А. Юшкаускаса. – М.: Колос, 1981. – 175 с.

21 Наумов, В. А. Методы обработки гидрологической информации: лаб. практикум / В. А. Наумов. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2014. – 111 с.

22 Рекомендации по реконструкции осушительных систем в Нечерноземной зоне РСФСР. – Л.: СевНИИГиМ, 1989. – 70 с.

23 Производственно-технический отчет гидрогеолого-мелиоративной партии Калининградского гидрогеолого-мелиоративного и научного центра за 1997 год. – Калининград, 1998. – 32 с.

24 Производственно-технический отчет гидрогеолого-мелиоративной партии Калининградского гидрогеолого-мелиоративного и научного центра за 2000 год. – Калининград, 2001. – 15 с.

25 Спиринов, Ю. А. Расчет эксплуатационной надежности гидротехнических сооружений осушаемых сельскохозяйственных земель на польдере насосной станции № 20а в Славском районе Калининградской области / Ю. А. Спиринов // Современные научно-практические решения XXI века: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. – С. 56–63.

26 Электронный учебник по статистике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://statsoft.ru>, 2017.

27 Спиринов, Ю. А. Особенности формирования уровня грунтовых вод на польдере насосной станции № 20а в Славском районе Калининградской области / Ю. А. Спиринов, В. Г. Пунтусов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2018. – № 2. – С. 27–30.

28 Пунтусов, В. Г. К вопросу о повышении энергоэффективности насосного оборудования на осушаемых сельскохозяйственных землях, польдера насосной станции № 20а, в Славском районе Калининградской области / В. Г. Пунтусов, Ю. А. Спиринов // Экономика: экономика и сельское хозяйство. – 2018. – № 4(28). – С. 27–33.

References

1 *Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii* [Ministry of Agriculture of the Russian Federation], available: <http://mcx.ru>, 2018. (In Russian).

2 Shchedrin V.N., Balakai G.T., 2010. *Melioratsiya zemel' – osnova ustoychivogo razvitiya APK Rossii* [Land reclamation is the basis of Russia APC' sustainable development]. *Vestnik agrarnoy nauki Dona* [Bull. of Don Agrarian Science], no. 3, pp. 98-106. (In Russian).

3 Kalinicheva E.Yu., Pol'shakova N.V., Kolomeychenko A.S., 2017. *Melioratsiya sel'skokhozyaystvennykh zemel' v Rossii: sostoyanie i perspektivy razvitiya* [Melioration of agricultural lands in Russia: state and development prospects]. *Vestnik OrelGAU* [Bull. of Orel State Agrarian University], no. 3(66), pp. 121-128. (In Russian).

4 Ol'garenko D.G., 2015. *Tekhnicheskiy uroven' i effektivnost' ekspluatatsii meliorativnykh sistem* [Technical level and operation efficiency of reclamation systems]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 4(20), pp. 287-295, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec387-field6.pdf. (In Russian).

5 Konoplev E.A., 2013. *Melioratsiya i kompleksnoe osvoenie zemel' Poles'ya* [Land reclamation and complex development of Polesje lands]. *Prirodoobustroystvo* [Environmental Engineering], no. 4, pp. 78-83. (In Russian).

6 Konukcu F., Gowing J., Rose D., 2006. Dry drainage: A sustainable solution to irrigation areas. *Agricultural Water Management*, vol. 83, pp. 1-12. (In English).

7 Yinhong K., Shahbaz K., Xiaoyi M., 2009. Climate change impacts on crop yield,

crop water productivity and food security. *Progress in Natural Science*, vol. 12, pp. 1665-1674. (In English).

8 Puntusov V.G., 2011. *Otsenka meliorativnogo sostoyaniya osushaemykh sel'skokhozyaystvennykh zemel' Kaliningradskoy oblasti po vodnomu rezhimu* [Assessment of the reclamation state of the drained agricultural lands of Kaliningrad region by water regime]. *Kompleksnoe ispol'zovanie i okhrana vodnykh resursov regiona: sb. nauch. tr.* [Complex Use and Protection of Water Resources of the Region: Proceed.]. Kaliningrad, KSTU Publ., pp. 129-134. (In Russian).

9 Puntusov V.G., Divakov O.V., Lapin V.G., 2012. *Perspektivy razvitiya melioratsii zemel' Kaliningradskoy oblasti* [Prospects for land reclamation development in Kaliningrad Region]. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya vodokhozyaystvennogo kompleksa regiona: sb. nauch. tr.* [The Condition and Development Prospects of the Region's Water Management Complex: Proceed.]. Kaliningrad, KSTU Publ., pp. 102-106. (In Russian).

10 *O melioratsii zemel'* [On Land Reclamation]. Federal Law of Russian Federation of 10 January, 1996, no. 4-FZ, as of April 5, 2016, available: <http://base.garant.ru/10108787/>, 2018. (In Russian).

11 *O bezopasnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy* [On Hydraulic Structures Safety]. Federal Law of Russian Federation of 21 July, 1997, no. 117-ФЗ, as of July 29, 2018, available: <http://base.garant.ru/12100061/>, 2018. (In Russian).

12 *O tekhnicheskoy regulirovaniy* [On Technical Regulation]. Federal Law of Russian Federation of 27 December, 2002, no. 184-FZ, as of July 29, 2017, available: <http://base.garant.ru/12129354/>, 2018. (In Russian).

13 *Tekhnicheskyy reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy* [Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures]. Federal Law of Russian Federation of 30 December, 2009, no. 384-FZ, as of July 2, 2013, available: <http://base.garant.ru/12172032/>, 2018. (In Russian).

14 *Inzhenernaya zashchita territoriy, zdaniy i sooruzheniy ot opasnykh geologicheskikh protsessov: svod pravil 116.13330.2012* [Engineering Protection of Territories, Buildings and Structures from Dangerous Geological Processes: Set of rules 116.13330.2012], available: <http://docs.cntd.ru/document/1200095540>, 2018. (In Russian).

15 *Inzhenernaya zashchita territorii ot zatopeniya i podtopleniya: svod pravil 104.13330.2016* [Engineering Protection of the Territory from Flooding: Set of rules 104.13330.2016], available: <http://docs.cntd.ru/document/456054204>, 2018. (In Russian).

16 *Plotiny iz gruntovykh materialov: svod pravil 39.13330.2012* [Earth Dams: Set of rules 39.13330.2012], available: <http://docs.cntd.ru/document/1200095521>, 2018. (In Russian).

17 *Meliorativnye sistemy i sooruzheniya: svod pravil 100.13330.2016* [Reclamation Systems and Facilities: Set of rules 100.13330.2016], available: <http://docs.cntd.ru/document/456050590>, 2018. (In Russian).

18 Kiselev P.G. [and others], 1972. *Spravochnik po gidravlicheskim raschetam* [Reference Book of Hydraulic Design]. 4th ed., revised. Moscow, Energy Publ., 312 p. (In Russian).

19 Kiselev P.G., 1980. *Gidravlika. Osnovy mekhaniki zhidkosti: ucheb. posobie dlya vuzov* [Hydraulics. Fundamentals of fluid mechanics: teaching aid for universities]. Moscow, Energy Publ., 360 p. (In Russian).

20 Yushkauskas Yu.A. [et al.], 1981. *Ekspluatatsiya pol'dernykh sistem* [Operation of Polder Systems]. Moscow, Kolos Publ., 175 p. (In Russian).

21 Naumov V.A., 2014. *Metody obrabotki gidrologicheskoy informatsii: lab. praktikum* [Processing Methods of Hydrological Information: laboratory course]. Kaliningrad, KSTU Publ., 111 p. (In Russian).

22 *Rekomendatsii po rekonstruktsii osushitel'nykh sistem v Nechernozemnoy zone RSFSR* [Recommendations for the Reconstruction of Drainage Systems in Non-chernozem Zone of the RSFSR]. Leningrad, SevNIIGiM Publ., 1989, 70 p. (In Russian).

23 *Proizvodstvenno-tekhnicheskiy otchet gidrogeologo-meliorativnoy partii Kalininskogo gidrogeologo-meliorativnogo i nauchnogo tsentra za 1997 god* [Production and Technical Report of the Hydrogeological Reclamation Party of Kaliningrad Hydrogeological Reclamation and Scientific Center for 1997]. Kaliningrad, 1998, 32 p. (In Russian).

24 *Proizvodstvenno-tekhnicheskiy otchet gidrogeologo-meliorativnoy partii Kalininskogo gidrogeologo-meliorativnogo i nauchnogo tsentra za 2000 god* [Production and Technical Report of the Hydrogeological Reclamation Party of Kaliningrad Hydrogeological Reclamation and Scientific Center for 2000]. Kaliningrad, 2001, 15 p. (In Russian).

25 Spirin Yu.A., 2016. *Raschet ekspluatatsionnoy nadezhnosti gidrotekhnicheskikh sooruzheniy osushaemykh sel'skokhozyaystvennykh zemel' na pol'dere nasosnoy stantsii № 20a v Slavskom rayone Kaliningradskoy oblasti* [Calculation of the operational reliability of hydraulic structures of drained agricultural land in the polder pump station no. 20a in Slavskiy district Kaliningrad region]. *Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya XXI veka: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Modern Scientific and Practical Solutions of the 21st Century: Proceed. of International scientific-practical conference]. Voronezh, Voronezh State Agrarian University Publ., pp. 56-63. (In Russian).

26 *Elektronnyy uchebnik po statistike* [Electronic Textbook on Statistics], available: <http://statsoft.ru>, 2017. (In Russian).

27 Spirin Yu.A., Puntusov V.G., 2018. *Osobennosti formirovaniya urovnya gruntovykh vod na pol'dere nasosnoy stantsii no. 20a v Slavskom rayone Kaliningradskoy oblasti* [Peculiarities of forming the levels regime of groundwaters on polder of pumping station no. 20a in Slavsk district of Kaliningrad region]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 2, pp. 27-30. (In Russian).

28 Puntusov V.G., Spirin Yu.A., 2018. *K voprosu o povyshenii energoeffektivnosti nasosnogo oborudovaniya na osushaemykh sel'skokhozyaystvennykh zemlyakh, pol'dera nasosnoy stantsii № 20a, v Slavskom rayone Kaliningradskoy oblasti* [On the issue of increasing the energy efficiency of pumping equipment on drained agricultural lands, polder pumping station no. 20a, in the Slavsk district of Kaliningrad region]. *Aekonomika: ekonomika i sel'skoe khozyaystvo* [Aeconomy: Economics and Agriculture], no. 4(28), pp. 27-33 (In Russian).

Спирин Юрий Александрович

Должность: аспирант

Место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»

Адрес организации: ул. А. Невского, д. 14, г. Калининград, Российская Федерация, 236016

E-mail: spirin1234567890@rambler.ru

Spirin Yuri Alexandrovich

Position: Postgraduate Student

Affiliation: Immanuel Kant Baltic Federal University

Affiliation address: st. A. Nevskogo, 14, Kaliningrad, Russian Federation, 236016

E-mail: spirin1234567890@rambler.ru