

регионов. Показатель плотности сложения, крайне важный в тактическом, чисто практическом аспекте, был нами не принят во внимание из-за высокой его динамичности и зависимости от субъективных моментов, например, особенностей обработки.

Говоря о физических свойствах почв в целом, можно констатировать, что почвы высокой удельной поверхностью (содержанием ила), слабым дренажом и высокой влагоемкостью составляют лишь 2,0 % территории и приурочены к северу Беларуси к Полоцкой низине. Почвы с повышенной удельной поверхностью, средним дренажом и повышенной влагоемкостью (большинство суглинистых почв) занимают примерно 22 % территории Беларуси; почвы с пониженной удельной поверхностью, хорошим дренажом и пониженной влагоемкостью (большинство супесчаных почв) преобладают на территории Беларуси – более 35 %; достаточно велика (23 %) и доля почв с низкой удельной поверхностью, хорошим дренажом и низкой влагоемкостью. Особняком стоят почвы на органогенных породах, отличающиеся высокой удельной поверхностью, средним дренажом и очень высокой влагоемкостью – 17 %. Контура таких почв имеют самый низкий удельный периметр – 23 м/га, тогда как на доминирующей в стране почвах третьей группы – 36 м/га, а на почвах 4-5 групп – более 150 м/га.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бондарев, А.Г. Некоторые пути определения оптимальных параметров агрофизических свойств почв / А.Г. Бондарев, В.В. Медведев // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв: тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – М.: Наука, 1980. – С. 85–98.
2. Медведев, В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 157 с.
3. Капилевич, Ж.А. Принципы построения шкалы оценки контрастности почв по удельной поверхности / Ж.А. Капилевич, Т.Н. Пучкарева // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск, 1987. – Вып. 18. – С. 8–15.

УДК 556.536

В.Н. КОРНЕЕВ, Л.Н. ГЕРТМАН, И.А. БУЛАК

Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДНЕПРОВСКО-БУГСКОГО КАНАЛА С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ ПРАВИЛ УПРАВЛЕНИЯ ЕГО ВОДНЫМ РЕЖИМОМ

The article is devoted to the Rules of the Dnieper-Bug Canal water management based on mathematical modeling of the channel, which includes the morphometric characteristics of the channel, adjacent areas and the canal tributaries.

Днепровско-Бугский канал (ДБК) является частью Днепро-Бугского водного пути, построенного в 1775–1848 гг. для соединения бассейнов Черного и Балтийского морей. За годы существования ДБК прилегающие к нему природные комплексы южной части Брестской области Беларуси и северной части Волынской области Украины адаптировались к сформировавшимся водным условиям и находятся в зависимости состояния канала в периоды межени, половодий и паводков. В результате этого стал многофункциональным трансграничным объектом со многими водохозяйственными объектами на его водосборе. В меженные периоды канал обеспечивает про-

ой водой значительные территории и многие населенные пункты, создавая более благоприятные экологические условия для населения и природных комплексов.

В перспективе рассматривается возможность интеграции ДБК в Европейские утренние водные пути. Кроме того, канал может сыграть значительную роль в индустриализации перевозок внутренним водным транспортом для внутриреспубликанских нужд.

За исток канала условно принята водораздельная линия у д. Селище, Дрогичинского р-на, Брестской обл. (рисунок 1). Канал имеет два устья:

1. Впадает в р. Мухавец на 70-м км от ее устья в г. Кобрин.
2. Впадает в р. Пина на 39-м км от устья у д. Дубой.



Рисунок 1 – Общая схема Днепровско-Бугского канала с указанием размещением гидроузлов

Водосборная площадь ДБК составляет 8830 км², из них 2680 км² относится к водосбору реки Пина и 6150 км² – к водосбору реки Мухавец. Канал состоит из трех основных участков:

- восточный склон (Пинск-Ляховичи) протяженностью 74 км. На склоне расположено 5 гидроузлов, с помощью которых преодолевается перепад уровней воды 10,0 м;
- водораздельный участок (Ляховичи-Кобрын) протяженностью 58 км. Питание водораздельного участка осуществляется за счет притока с его водосборной площади, которая составляет 1683 км²;
- западный склон (Кобрин-Брест) протяженностью 62 км, где расположены 4 гидроузла со шлюзами и преодолевается перепад уровней воды 11,5 м.

Водный режим ДБК отличается по годам и временам года. В периоды межени он определяется необходимыми и возможными к получению объемами воды для обеспечения судоходства (шлюзование) и поддержания минимальной (экологической) водности прилегающих к каналу территорий. В периоды половодий и паводков водный режим определяется естественным стоком половодий и паводков, а также необходимостью предотвращения катастрофически высоких уровней паводковых вод в водоразделах и пропуска через канал максимально возможного их количества.

Для проведения расчетов водного режима ДБК построена математическая модель, которая включает в себя координаты характерных сечений ДБК по руслу и пойме, привязанные к абсолютным отметкам БС, а также по расстоянию от начала участков (нижние створы), и рассчитанные основные морфометрические и гидравлические параметры поперечных сечений ДБК, в том числе: ширину сечения поверху В, площадь сечения ω, уклон дна I, расходную характеристику (или «модуль расхода») К, приведенный коэффициент шероховатости N, гидравлический радиус R. Указанные параметры определяются для 10 характерных уровней для всех 233-х поперечных сечений ДБК с использованием подходов, представленных в [1-3]. Пример результатов расчетов морфометрических и гидравлических параметров для поперечного сечения ДБК (рисунок 2) представлен в таблице 1.

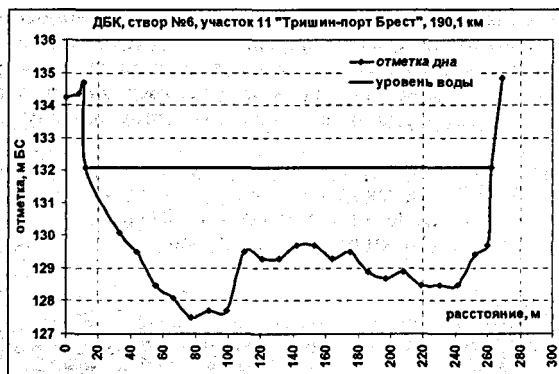


Рисунок 2 – Пример одного из поперечных сечений ДБК

Таблица 1 – Пример расчетных значений морфометрических и гидравлических параметров математической модели ДБК в створе 39, 162,4 км, участок 9 «Залузье-Новосады»

Наименование параметра	Значения гидравлических параметров для характерных уровней воды										
	133.32	134.38	135.45	135.6	135.74	135.89	136.04	136.19	136.33	136.48	136.63
Уровень воды, м БС	133.32	134.38	135.45	135.6	135.74	135.89	136.04	136.19	136.33	136.48	136.63
Глубина воды, м	1.07	2.13	3.2	3.35	3.49	3.64	3.79	3.94	4.08	4.23	4.38
Площадь сечения, м ²	25.11	61.56	102.15	108.06	114.02	120.03	126.09	132.2	138.69	145.18	151.67
Ширина поверху, м	32.22	36.11	40	40.34	40.67	41.01	41.34	41.84	46.39	50.94	55.49
Гидравлический радиус, м	0.77	1.66	2.46	2.58	2.69	2.8	2.91	3.01	2.86	2.71	2.56
Приведенный коэффициент шероховатости	0.06	0.063	0.065	0.065	0.065	0.066	0.066	0.066	0.059	0.056	0.053
Пропускная способность	338	1563	3592	3929	4281	4646	5023	5405	5848	6301	6764

Разработанная математическая модель ДБК по участкам от порта Брест до гидузла «Кочановичи» включает 233 поперечные сечения, полученные РУЭСП «Днепрбугводпуть» путем прямых измерений, проведенных в летне-осенний период 2011 г., а также морфометрическую информацию по прилегающим территориям и водным объектам, впадающим в ДБК.

Расчетные уровни воды ДБК для различных гидрологических условий получены гидравлическими расчетами с использованием математической модели неравномерного движения воды в ДБК с переменным по длине водотоков расходом. При этом использовались уточненный продольный профиль и координаты поперечных сечений ДБК (233 поперечных сечений), полученных в 2011 РУЭСП «Днепрбугводпуть» в результате прямых гидрометрических измерений.

Для определения характеристик водного режима в межнавигационный период с
 этом возможного снижения уровней воды использовались рекомендации об обез-
 пении необходимых глубин в ДБК как техническом рыбопропускном водном объ-
 еме не менее чем в 1,5 м для сохранения рыбных ресурсов и создания благоприятных
 ювий для воспроизводства рыбы, что обеспечивает экологическую безопасность
 ДБК как водного объекта и прилегающих к нему территорий.

Расчетные расходы воды по основным водным объектам ДБК получены с исполь-
 занием П1-98 к СНиП 2.01.14-83 «Определение расчётных гидрологических харак-
 теристик» (2000 г.) по фондовым данным наблюдений водного режима, при их отсут-
 ствии – с использованием рек-аналогов, а при невозможности подобрать реку-аналог
 по прямым зависимостям на основании морфометрических характеристик водосбо-
 ра водного объекта.

Математическое моделирование позволило провести расчеты водного режима ДБК
 в различных гидрологических условиях в пределах каждого отдельного участка. В
 обобщенном виде расчетные уровни ДБК по участкам представлены в таблицах 2–3.

Таблица 2 – Сводные характеристики расчетных уровней воды вдоль участков ДБК
 в различных гидрологических условиях (западный склон и водораздельный бьеф)

участок	участок 11		участок 10		участок 9		участок 8		участок 7 (водораздельный бьеф)		
	порт Брест-Тришин		Тришин-Новосады		Новосады-Залузье		Залузье-Кобрин		Кобрин-Ляховичи (включая макси- мальный уровень)		
НПУ (НБ)	133.49		133.49		135.90		138.25		143.60		
ВП1%	134.72	135.38	135.38	136.91	136.91	139.15	139.15	140.83	143.60	144.58	143.60
ВП3%	134.48	135.13	135.13	136.60	136.60	138.80	138.80	140.53	143.60	144.44	143.60
ВП5%	134.22	134.84	134.84	136.33	136.33	138.45	138.45	140.23	143.60	144.22	143.60
ВП10%	133.88	134.48	134.48	135.99	135.99	138.06	138.25	139.92	143.60	144.07	143.60
ПП5%	133.49	134.02	134.02	135.59	135.90	137.69	138.25	139.60	143.60	143.92	143.60
ППП 10%	133.49	133.86	133.86	135.24	135.90	137.37	138.25	139.34	143.60	143.87	143.60
ОП 10%	133.49	133.64	133.64	134.47	135.90	136.65	138.25	138.84	143.60	143.71	143.60
СГ 75%	133.49	133.50	133.50	133.65	135.89	136.08	138.23	138.44	143.60	143.61	143.60
ЛОМ 95%	131.80	131.81	133.41	133.44	135.71	135.75	137.99	138.04	143.20	143.20	143.20
зимний 50%	-	-	133.00	133.08	135.40	135.51	137.85	137.92	142.60	142.62	142.60

Замечание. Принятые в таблицах 2-3 сокращения: НПУ – нормальный подпорный уровень; П – нижний бьеф; ВП – весеннее половодье; ППП – предпосевной период, СГ – еднегодовой, ЛОМ – летне-осенняя межень, зимний – межнавигационный период со снижением уровней воды до минимальных глубин в 1,5 м, ***% – значение вероятности превышения (обеспеченности).

На основе проведенных расчетов разработаны Правила управления водным режимом эксплуатации ДБК, целью которых является эффективное управление донными ресурсами ДБК с учетом его комплексного использования в навигационный межнавигационный периоды в различных гидрологических условиях.

Правила регламентируют установление наиболее эффективного водного режима вдоль участков ДБК для различных гидрологических условий путем установления требуемых уровней воды за счет управления режимами функционирования гидротехнических сооружений ДБК.

Регламентация требуемого уровня режима ДБК при различных гидрологических условиях направлена на обеспечение судоходства в навигационный период, поддержания экологического функционирования водных объектов ДБК, включая сохранение рыбных ресурсов и создание благоприятных условий для воспроизводства рыбы. Регламентируемые уровни воды в ДБК определены для различных гидрологических условий расчетными методами с использованием данных наблюдений с учетом требований экологической безопасности для водных объектов и прилегающих к ним территорий. Правила содержат общие положения, регламент управления водным режимом эксплуатации ДБК, порядок организации эксплуатации ДБК при управлении водным режимом, мониторинг водного режима, природоохранные требования при управлении водным режимом ДБК.

Таблица 3 – Сводные характеристики расчетных уровней воды вдоль участков ДБК для различных гидрологических условий (восточный склон)

Участок	участок 6		участок 5		участок 4		участок 3		участок 2	
	Ляховичи-Овзичи		Овзичи-Рагодош		Рагодош-Переруб		Переруб-Дубой		Дубой-Качановичи	
НПУ (НБ)	141.70		139.90		138.10		136.00		133.60	
ВП1%	142.79	141.70	140.99	139.90	139.23	138.14	138.14	137.11	137.15	136.14
ВП3%	142.63	141.70	140.81	139.90	139.02	138.10	137.74	136.81	136.83	135.88
ВП5%	142.50	141.70	140.68	139.90	138.91	138.10	137.49	136.64	136.64	135.73
ВП10%	142.36	141.70	140.54	139.90	138.74	138.10	137.18	136.42	136.42	135.60
ППП5%	142.16	141.70	140.34	139.90	138.55	138.10	136.83	136.18	136.18	135.50
ППП10%	142.04	141.70	140.23	139.90	138.43	138.10	136.40	136.00	135.96	135.30
ЛОП10%	141.78	141.70	139.97	139.90	138.17	138.10	136.16	136.00	143.71	133.60
СГ75%	141.67	141.67	139.87	139.87	138.00	138.00	136.00	136.00	133.77	133.30
ЛОМ95%	141.19	141.19	139.46	139.46	137.73	137.73	135.66	135.66	132.96	132.80
Зимний50%	140.53	140.50	138.93	138.90	137.13	137.10	134.89	134.80	-	-

Правила утверждены Министерством транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, рассмотрены Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, согласованы территориальными органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Станкевич, А.П. Уточнение коэффициентов шероховатости для системы водотоков сейна р. Припяти / А.П. Станкевич // Проблемы Полесья. – 1982. – Вып. 8. – С. 149–155.
2. Станкевич, А.П. Расчет неустановившегося движения воды в системе водотоков с заданными участками / А.П. Станкевич // Сб. Гидравлика открытых русел. – М.: ВНИИП. 1984. – С. 35–39.
3. Рогуневич, В.П. Автоматизация математического моделирования движения воды и протекания в системах водотоков / В.П. Рогуневич. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 263 с.