

Если нам известны решения плановой задачи неустановившегося движения в створах $i-1$ в моменты t и $t+\Delta t$, а в момент t в створе $i+1$, то решение задачи для створа $i+1$ в момент времени $t+\Delta t$ имеется и оно является единственным при вышеназванных условиях и допущениях.

Расчетная схема решения задачи является аналогичной приведенной в статье [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. К о в а л е н к о Э.П. Построение планов течений плавно изменяющегося неустановившегося потока. — В сб.: Водное хозяйство и гидротехническое строительство. Минск, 1981, вып. 11. 2. К о в а л е н к о Э.П. Исследование движения воды в открытых руслах. Минск, 1963. 3. Карпелович Ф.И., Садовский Л.Е. Элементы линейной алгебры и линейного программирования. — М., 1963. 4. Connor I.I. Brebbia C.A. Finite Element Techniques or Fluid Flow. — Newnes — Butterworths. London, Baston, 1976.

УДК 712.5 (282) +627.41

И.В. ФИЛИППОВИЧ, канд. техн. наук, зав.каф.,
Е.М.ЛЕВКЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.,
Н.М. КУНЦЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.,
В.Н. ПЕНЬКЕВИЧ, ст. препод. (БПИ)

ВОПРОСЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ УЧАСТКА ПОЙМЫ, СТЕСНЕННОЙ НАМЫВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИЕЙ

Инженерная защита территорий, примыкающих к берегам морей, озер, водохранилищ, рек и каналов, представляет собой сложную техническую проблему, к которой в настоящее время, и в особенности в будущем, все чаще и чаще обращаются градостроители.

Постоянно растущие масштабы и темпы строительства новых, расширение и развитие существующих городов, охрана земель, пригодных под сельскохозяйственное использование, охрана недр и лесных массивов настоятельно требуют освоения территорий, не включаемых в сельскохозяйственное производство со сложными природными условиями, ранее считавшихся непригодными и для городской застройки.

Вовлечение этих земель в использование народным хозяйством позволит на длительный период сохранить площади пахотных земель, не прибегая к мелиорации новых территорий.

Для условий Белорусской ССР, Прибалтики и значительной части Нечерноземной зоны РСФСР к категории неудобных земель под городскую застройку относятся бедные пойменные, затапливаемые в паводок территории, расположенные вблизи городов. Такие территории часто заболачиваются, зарастают мелким кустарником и камышом; в засушливые периоды года, пересыхая, они могут стать очагом болотных пожаров. Естественно, что такие территории должны переустраиваться в инженерном отношении в соответствии с противопожарными и санитарно-гигиеническими требованиями.

Переустройство пойменных территорий под застройку в виде намыва или подсыпки затопляемых участков грунтом может изменить гидрологический и гидравлический режим русла и поймы как на благоустраиваемом, так и на прилегающих к нему участках. Прогнозирование этих изменений, а также водообмена и русловых деформаций, выработка мероприятий по защите русла и берегов от русловой эрозии должны опираться на теоретическую базу или на экспериментальные исследования с применением, например, физических моделей. Актуальными в связи с этим будут вопросы целесообразности тех или иных инженерных решений (например, применения обвалования территории дамбами с устройством дренажной системы или подсыпки (гидронамыва) грунта по всей площади под городскую застройку), гидравлического обоснования способности русла и сжатой поймы пропускать паводки, лед, шугу.

Для изучения вопросов стеснения поймы р. Березины в г. Бобруйске в лаборатории гидротехнических сооружений Белорусского политехнического института выполняются гидравлические исследования на жесткой модели участка, предназначенного для инженерной подготовки под городскую застройку. Намечается гидронамыв исследуемого участка и освоение его в три этапа.

Территория поймы, предназначенная для инженерной подготовки под городскую застройку, с подходным и низовым участками, руслом и поймой в натуре длиной 11,2 км и шириной 3,8 км, в масштабах: вертикальном 1:60 и горизонтальном 1:700 размещена на закрытой русловой площадке 18,5х5,5 м.

Долина р. Березины на исследуемом участке шириной 5,0–6,0 км трапециевидная, умеренно извилистая. Правый склон ее высотой 6–7 м (местами 10–12 м) крутой, преимущественно обрывистый, левый – пологий, незаметно сливающийся с прилегающей местностью. Левобережная пойма шириной до 4,0 км луговая, сильно пересечена старицами, протоками, блюдцеобразными понижениями [1].

Русло реки в основном извилистое, неразветвленное, ровное, песчаное. Правый берег коренной, высокий, левый – низкий пологий; оба сложены песчаными и супесчаными грунтами, открытые (рис. 1). При высоких уровнях воды берега подмываются и обваливаются, на них наблюдается выклинивание грунтовых вод.

В межень русло реки имеет следующие размеры: ширина 100–130 м, средняя глубина – 1,5–2,2 м, средняя скорость течения 0,3–0,5 м/с; в период весеннего половодья средняя скорость течения 1,5–2,0 м/с. Река судоходная, длительность навигационного периода 233–269 сут.

Стационарные наблюдения на реке ведутся с 1876 г.: измеряются уровни, расходы, толщина льда, загрязненность, химический состав и температура воды, изучаются ледовые явления.

В годовом ходе уровней реки выделяются весеннее половодье, низкая летне-осенняя и устойчивая зимняя межень. Весенний подъем уровня длится 3–4 недели, весенний максимум держится 1–2, иногда 3–4 дня. Согласно данным наблюдений, за 100 лет высота весеннего половодья изменяется от 436 см до 138 см.

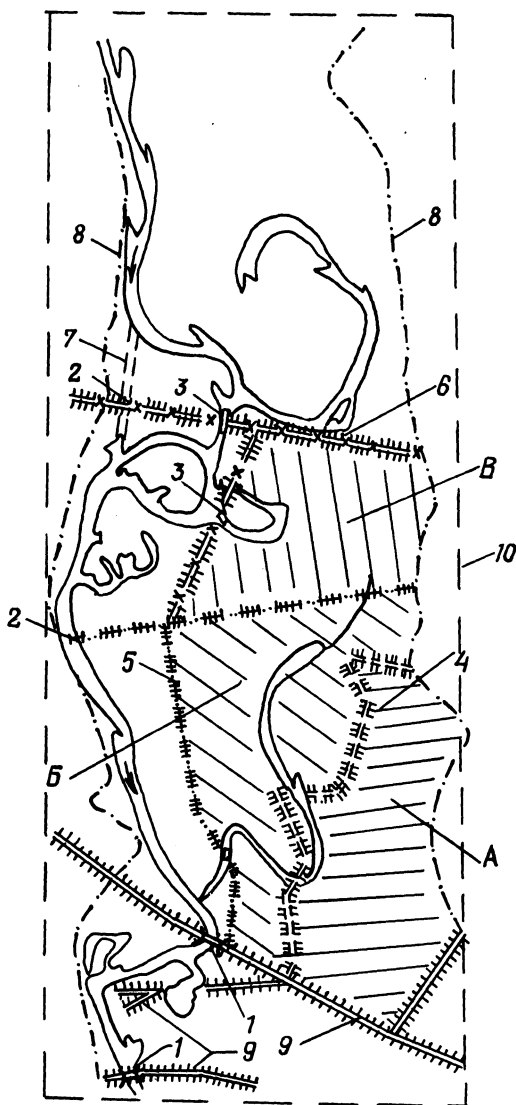


Рис. 1. Схема запроектированных мероприятий по инженерной подготовке территорий под городскую застройку. А — 1-й этап; Б — 2-й; В — 3-й; 1 — существующие мосты на дорогах; 2 — проектируемые мосты; 3 — водорегулирующие сооружения; 4 — дамба 1-го этапа намыва территории; 5 — то же 2-го этапа; 6 — то же 3-го этапа; 7 — предполагаемое спрямление русла; 8 — граница затопления территории паводковым расходом 1% обеспеченности до намыва; 9 — существующие дороги и насыпи; 10 — граница модели.

Высоты весенних максимумов различной обеспеченности, а также характерные уровни периода с ледовыми явлениями, представляющие наибольший интерес для исследований, указаны в табл.1.

Наибольшие дождевые паводки проходят при превышении уровня на 238 см над "нулем" графика. Толщина ледяного покрова достигает 35—40 см, в суровые зимы до 63 см. Вскрытие реки сопровождается ледоходом средней продолжительности 6 дней, максимальной — 22 дня.

Река Березина относится к водотокам смешанного питания с преобладанием снегового.

Норма мутности р. Березины равна 13 г/м^3 , среднесуточный расход

взвешенных наносов — 1,55 кг/с. Это означает, что в среднем по водности году в створе исследуемого участка пройдет 49 тыс. т взвешенных наносов.

Краткие гидрологические сведения по реке приведены для того, чтобы наметить тот необходимый для исследований минимум вопросов, который может возникнуть при разработке мероприятий к проекту по инженерной подготовке пойменных затопляемых территорий под городскую застройку.

Исходя из этого, в задание по исследованию на гидравлической модели мероприятий по инженерной подготовке намываемой территории под город-

скую застройку в Приберезинском районе г. Бобруйска были включены следующие вопросы:

1. Изучение поля поверхностных и донных скоростей при выходе потока на пойму, а также уровня режима реки и границ затопления паводками в естественных (до осуществления намыва) условиях.

2. Прогноз уровней воды в паводок в связи со стеснением поймы: на 1-м этапе — защитной дамбой, под прикрытием которой будет осуществляться гидронамыв, 2-м этапе — намываемой территорией и строящимися автодорогой через оставшуюся часть поймы и мостом через русло, 3-м этапе — стеснением поймы за счет расширения намыва, строительства дороги и моста.

3. Исследование целесообразности спрямления излучины реки, строительства на спрямленном участке под автодорогу на 3-м этапе взамен моста на излучине основного русла.

4. Прогноз в связи с изменением гидрологического и гидравлического режимов русловых деформаций и береговой эрозии на всех трех этапах инженерной подготовки территории под городскую застройку.

5. Исследование и разработка инженерных мероприятий и конструкций защитных сооружений, предотвращающих или ограничивающих на длительный период разрушительное воздействие потока и льда на откосы берегов, дорожные насыпи, мосты, защитные дамбы.

6. Изучение влияния измененной гидрологической и геоморфологической обстановки русла и поймы на установившуюся экологическую систему с целью предотвращения нежелательных проявлений водной среды (образование застойных зон в рукавах и старицах; прекращение транспорта наносов, задержание льда и мусора, образование заторов, зарастание русла, цветение воды и др.).

Моделирование участка поймы выполнено по Фрудру с автоматизированностью по Рейнольдсу [2].

Опыты по исследованию на модели уровня режима, поля поверхностных и донных скоростей в условиях естественного русла, а также на

Таблица 1

Уровни весеннего половодья и периоды с ледовыми явлениями на р. Березине в г. Бобруйске

Обеспеченность	Расход	Высота весеннего половодья над "нулем" графика, см	Уровни ледохода
1	2550	450	—
2	2210	427	—
5	1760	387	—
10	1410	350	—
25	951	303	—
50	748	266	—
—	1650	378	Высший весенний
—	420	233	Средний "
—	132	95	Низший "
—	400	223	Высший зимний
—	165	128	Средний "
—	100	55	Низший "

1-м этапе инженерной подготовки участка под городскую застройку выполнены при пропускаемых расходах, равных 2550 м³/с, 2210, 1760, 1410 и 951 м³/с, а также максимальных уровнях ледохода, превышающих "нуль" графика на 378 и 233 см.

Анализ поверхностных и придонных скоростей и их траекторий в естественном русле указывает на то, что на участке предполагаемого намыва образуется тиховодье со скоростями на поверхности, не превышающими 1 м/с с весьма незначительными (до 0,20 м/с) придонными скоростями.

Гидродинамическая ось потока в паводок 1 и 2% обеспеченности не совпадает с основным руслом и проходит на середине поймы, что следует учитывать при проектировании защитной дамбы на 1-м этапе намыва территорий под застройку.

Пропуск ледохода в естественном русле указывает на возможность захода отдельных льдин и ледяных полей, движущихся по пойме левого берега ближе к урезу воды, на участок предполагаемого намыва, что потребует на 1-м этапе ограждения участка намыва защитными дамбами.

Пропуск паводковых расходов на 1-м этапе намыва при проектном расположении дамбы не вызывает опасений. Расположение защитной дамбы в виде выдвинутой на ее середине (по длине) шпоры в сторону динамической оси потока позволило последнюю отклонить в сторону русла, что благоприятно повлияло на пропуск льда. Пропуску льда в значительной степени способствует и ликвидация тиховодья в зоне намыва, которая отгорожена от поймы защитной дамбой.

Незначительное стеснение поймы защитной дамбой почти не повлияло на изменение уровней и поверхностных скоростей. Однако наблюдается тенденция к снижению уровней воды в расчетном створе, расположенном на 60 см (для натуры 420 м) выше автодорожного моста, по сравнению с естественными, а также незначительному увеличению придонных скоростей. Объясняется это тем, что в связи со стеснением и ликвидацией тиховодья движение потока на пойме в основном совпадает с его динамической осью без образования поперечных вальцов, водоворотов, косых течений. Это увеличивает общий уклон потока, придонные скорости и незначительно снижает уровень воды в расчетном створе.

Стеснение потока защитной дамбой способствует также ликвидации мертвой зоны на левобережной пойме перед автомобильной дорогой, в которой в естественных условиях русла лед скапливается.

Выбор участка на 1-м этапе инженерной подготовки территории под городскую застройку не вызывает особых затруднений в гидрологическом, геоморфологическом и гидравлическом отношениях. Судя по результатам исследований, намечаемые инженерные мероприятия, рекомендуемые на основе исследований лаборатории, являются надежными в отношении как пропуска паводков и льда, так и обеспечения нормального процесса намыва территории под городскую застройку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Стат. ежегодник. — Л., 1971, т. 5, ч. 1. 2. Справочник по гидравлическим расчетам/Под общ.ред. П.Г.Киселева. — М., 1975.