

**ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА МЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ
ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ**

В.М. Макоед, старший научный сотрудник

Г.В. Хмелевская, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

О.Н. Куканова, инженер

РУП «ИЦЗем»

Ключевые слова: рельеф, переувлажняемые понижения, водосборы, поверхностный сток, организация поверхностного стока, мелиорированные минеральные земли, реконструкция мелиоративных систем

Введение

Белорусское Поозерье расположено на площади 4,4 млн га и включает почти всю Витебскую область, север и северо-запад Минской, северо-восток Гродненской областей. На территории региона 65% составляют тяжелые по гранулометрическому составу почвообразующие породы, которые характеризуются слабой водопроницаемостью и способствуют развитию процессов заболачивания. Более 50% почв имеют разную степень заболоченности, что усложняет структуру ландшафтов и уменьшает контуры сельскохозяйственных земель [1].

По сравнению с другими природными зонами здесь самое большое разнообразие и контрастность рельефа, сложное литологическое строение, пестрый почвенный покров. По гранулометрическому составу от всех минеральных почв Поозерья слабопроницаемые суглинистые и глинистые почвы составляют 58%, супесчаные – 29% и песчаные – 13%.

В Белорусском Поозерье выделено 17 геоморфологических районов, 31 вид ландшафтов, которые объединены в 14 ландшафтных районов и 5 ландшафтных групп [2].

В Витебской области заболоченные почвы занимают 59,7% всех сельскохозяйственных и 62,3% пахотных земель [3]. Эти почвы характеризуются неудовлетворительным водным режимом, что делает их использование в сельскохозяйственном производстве неустойчивым. В области из активного мелиоративного фонда (989 тыс. га), в который вошли лучшие по плодородию и более ровные по рельефу заболоченные земли, в 1960-1980 гг. мелиорировано 63%. В настоящее время осушенные сельскохозяйственные земли занимают 523,6 тыс. га, на которых мелиоративные системы требуют реконструкции на площади около 87 тыс. га.

Объекты исследования

Объектами исследований является рельеф мелиоративных объектов в условиях низменных озерно-ледниковых (Шарковщинский р-н) и средневысотных моренно-озерных (Глубокский р-н) ландшафтов Белорусского Поозерья.

Основные результаты исследований и их обсуждение

В Белорусском Поозерье значительные площади занимают низменные озерно-ледниковые и средневысотные моренно-озерные ландшафты. Низменные озерно-ледниковые ландшафты площадью более 10 тыс. км² расположены в пределах Полоцкой, Нарочано-Вилейской, Суражской и Лучесской низин [1]. Рельеф озерно-ледниковых ландшафтов характеризуется плоской, местами слабоволнистой, слабо расчлененной долинами рек поверхностью с относительным превышением высот 2-3 м. Плоский рельеф и распространение слабоводопроницаемых почвообразующих пород способствовали формированию дерново-подзолистых заболоченных и дерновых заболоченных почв, которые после проведения мелиорации используются в сельскохозяйственном производстве. Средневысотные моренно-озерные ландшафты расположены в западной и восточной части Белорусского Поозерья и распространены в Поставско-Глубокском и Среднедвинском ландшафтных районах. Рельеф их представляет собой сложную систему холмов и гряд, соединенных основаниями, или разделенных озерными котловинами, рытвинами и ложбинами. Относительное превышение высот достигает 20-25 м. Значительная часть территории этой группы ландшафтов представлена холмистой пологоволнистой и плоской моренной равнинами. Моренные холмы имеют относительные превышения высот 10-15 м. Межхолмные понижения часто заболочены и заторфованы. Преобладающие почвообразующие породы – валунные (моренные) суглинки и супеси с песчано-гравийными прослойками. Почвенный покров отличается большой пестротой и мелкоконтурностью. В комплексе с дерново-подзолистыми заболоченными почвами встречаются торфяные и дерновые заболоченные почвы.

С целью установления закономерностей и особенностей формирования переувлажняемых понижений на мелиорированных минеральных землях, а также их состояния и сельскохозяйственного использования для условий низменных озерно-ледниковых ландшафтов был выбран Шарковщинский район, а для условий средневысотных моренно-озерных ландшафтов – Глубокский район Витебской области.

Летом 2004 г. и 2006 г. в Шарковщинском районе было обследовано 69 мелиоративных объектов, на которых было выявлено 607 переувлажняемых понижений с общей площадью 1623,4 га. В Глубокском районе обследовано 57 мелиоративных объектов, на которых было выявлено 519 переувлажняемых понижений с общей площадью 986,3 га. На мелиоративных объектах Шарковщинского района было установлено, что более 60% переувлажняемых понижений имеют площадь от 0,1 до 5 га. Свыше 70% переувлажняемых понижений расположены на дерново-подзолистых глееватых, дерново-подзолистых

глеевых и дерновых глеевых средне- и тяжелосуглинистых почвах, подстилаемых с глубины 0,3-0,5 м озерно-ледниковыми глинами, а около 1% в понижениях среди торфяно-глеевых и торфяных почв. В Глубокском районе установлено, что около 31% переувлажняемых понижений имеют площадь от 0,01 до 0,5 га. Примерно 61% переувлажняемых понижений расположено на дерново-подзолистых заболоченных суглинистых и супесчаных почвах, подстилаемых на глубине менее 1 м моренными отложениями, а на торфяных почвах – 32% переувлажняемых понижений [4].

Так как на мелиорированных землях Витебской области преобладают слабодопроницаемые почвы, одним из основных факторов, влияющих на образование и перераспределение поверхностного стока при паводках и ливнях, является рельеф поверхности мелиоративных объектов. В Шарковщинском районе обследованы мелиоративные объекты с атмосферным водным питанием «Шарковщинский» и «Маркова», а в Глубокском районе – «Озерцы» и «За Родину» (также с атмосферным водным питанием). Более подробно особенности рельефа с точки зрения перераспределения поверхностного стока покажем на базовых объектах, запланированных под реконструкцию, «Маркова» (рис. 1а) и «За Родину» (Рис. 1б).

Объект реконструкции «Маркова» расположен в водосборе р. Гнилуха, входящей в бассейн р. Западная Двина. Земли участка осушены в 1975 г. Почвообразующими породами на объекте являются тяжелые суглинки, подстилаемые глинами. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель на данном участке 35,8-31,4 баллов. Площадь объекта составляет 127 га, относительное превышение отметок – 3,8 м, средний уклон – 0,004, максимальный на объекте – 0,07. Длина мелиоративных каналов на объекте – 5464 м. Площадь объекта реконструкции «За Родину» составляет 227 га, относительное превышение отметок – 20,5 м, средний уклон поверхности – 0,01, а максимальный – 0,25. Длина мелиоративных каналов – 8169 м, длина дорог – 4045 м.

В границах объектов реконструкции «Маркова» и «За Родину» были определены линии водоразделов водосборов мелиоративного объекта (МО) и их морфометрические характеристики. Анализ рельефа показал, что в границах объектов поверхность представляет собой чередование понижений разной глубины и водоразделов, образуя систему похожую на «пчелиные соты». Причем на МО, расположенных на разных ландшафтах, были выделены «элементарные» водосборы, которые практически не зависят друг от друга. Установлено, что существующие весенние и летние паводки, а так же ливни перераспределяются только внутри элементарного водосбора, тогда как поверхность их может быть простой формы – водосбор одного (первого) порядка и сложной, включающей водосборы второго и третьего порядков. Водосборы второго и третьего порядков являются составными частями элементарных водосборов и его внутренними понижениями, которые накапливают часть поверхностного стока, а при полном их заполнении переливаются и сбрасывают излишки воды в нижележащие понижения. В замкнутых пониже-



Рис. 1 – Элементарные водосборы мелиоративных объектов

а) объект реконструкции «Маркова», Шарковщинский р-н

б) объект реконструкции «За Родину», Глубокский р-н

1 – граница объекта, 2 – каналы, 3 – дороги, 4 – элементарные водосборы, 5 – переувлажняемые понижения

ниях водосборов первого, второго и третьего порядков могут образовываться переувлажняемые понижения с длительным застоем поверхностных вод, в которых происходят частичные или полные потери урожая сельскохозяйственных культур [4]. Также на мелиоративных объектах были выделены линии тока, по которым вода перераспределяется внутри водосбора, причем практически на каждом водосборе имеется основной поток и дополнительные, которые подводят к нему воду.

До реконструкции на объекте «Маркова» выявлено 44 элементарных водосбора с водосборами только первого порядка – 34 шт., второго порядка – 21 шт., третьего порядка – 2 шт. Сложных элементарных водосборов, состоящих из водосборов второго и третьего порядков – 10 шт. Из них 7 элементарных водосборов имеют по 2 водосбора второго порядка, 2 элементарных водосбора имеют по 3 водосбора второго порядка и 1 элементарный водосбор имеет 1 водосбор второго порядка и 2 водосбора третьего порядка.

На объекте реконструкции «За Родину» определено 77 элементарных водосборов: с водосборами первого порядка – 59 шт., второго порядка – 33 шт. и третьего порядка – 8 шт. Сложных элементарных водосборов – 18 шт., из них 13 элементарных водосборов имеют по 2 водосбора второго порядка, 1 элементарный водосбор имеет 3 водосбора второго порядка, 1 элементарный водосбор имеет 1 водосбор второго порядка и 2 водосбора третьего порядка и 3 элементарных водосбора имеет 1 водосбор второго порядка и 2 водосбора третьего порядка.

На объекте реконструкции «Маркова» средняя площадь элементарных водосборов составляет 2,9 га и изменяется от 0,3 га до 14 га. Водосборы первого порядка имеют площадь от 0,3 га до 14 га и глубину от 0,2 м до 2 м, средний уклон от 0,002 до 0,02, водосборы второго порядка – площадь от 0,5 га до 6 га, глубину от 0,3 м до 2 м, средний уклон от 0,003 до 0,01 и водосборы третьего порядка – площадь от 1,6 га до 11 га, глубину от 0,3 м до 1,3 м, средний уклон от 0,004 до 0,005. На объекте реконструкции «За Родину» средняя площадь элементарных водосборов составляет 3 га и находится в пределах от 0,1 га до 29 га. Водосборы первого порядка имеют площадь от 0,1 га до 29 га, глубину от 0,3 м до 15 м, средний уклон от 0,01 до 0,06, водосборы второго порядка – площадь от 0,3 га до 17 га, глубину от 1,2 м до 10 м, средний уклон от 0,02 до 0,05, и водосборы третьего порядка – площадь от 0,3 га до 18 га, глубину от 2,4 м до 14 м, средний уклон от 0,03 до 0,06.

Рассмотрим более подробно элементарный водосбор 4 на объекте реконструкции «Маркова», (Рис. 2 и 3). Площадь элементарного водосбора – 7,7 га, глубина его – 0,9 м, средний уклон – 0,004, максимальный уклон по линии тока от 0,01 до 0,05. Внутри элементарного водосбора расположено три водосбора второго порядка. Площадь водосбора 4-1 составляет – 5,8 га, водосбора 4-2 составляет – 1,2 га и водосбора 4-3 составляет – 0,8 га. Средний уклон всех трех водосборов второго порядка составляет – 0,002 (водосбор 4-1 – 0,002; водосбор 4-2 – 0,003; водосбор 4-3 – 0,005). Максимальные уклоны по основной линии тока составляют для 4-1 от 0,002, для 4-2 – 0,01, а для 4-3 – 0,008. В замкнутых понижениях водосборов образовались переувлажняемые понижения с длительным застоем поверхностных вод и вымочками сельскохозяйственных культур. Площадь переувлажняемого понижения на водосборе 4-1 составляет 0,5 га, глубина – 0,1 м, на водосборе 4-2 – площадь 0,1 га, глубина 0,2 м, а на 4-3 - площадь 0,7 га, глубина 0,4 м.

На элементарном водосборе 4 максимальная длина основной линии тока водного потока составляет 246 м. Глубина водосбора 4-3 до перетока в водосбор 4-2 составляет 0,4 м, а глубина водосбора 4-2 до перетока в водосбор 4-1 – 0,3 м.

В таблице 1 приведены параметры элементарных водосборов мелиоративного объекта различных порядков на базовом объекте реконструкции «Маркова».

Таблица 1 – Параметры элементарных водосборов мелиоративного объекта «Маркова»

Обеспеченность, %	Параметры водосборов				
	Водосборы			Переувлажняемые понижения с длительным застоем поверхностных вод	
	Средний уклон	Глубина, Н, м	Площадь, F ₁ , га	Глубина, Н, м	Площадь, F _{вым} , га
Водосборы 1 порядка – 34 шт., переувлажняемые понижения – 23 шт.					
10	0,002	0,2	0,4	0,1	0,1
30	0,003	0,4	0,8	0,2	0,1
50	0,006	0,7	1,0	0,3	0,1
90	0,01	1,5	2,7	0,9	0,8
Водосборы 2 порядка – 21 шт., переувлажняемые понижения – 18 шт.					
10	0,003	0,4	0,6	0,1	0,1
30	0,003	0,4	1,2	0,1	0,1
50	0,004	0,6	1,3	0,2	0,3
90	0,008	1,4	4,2	0,7	0,7
Водосборы 3 порядка – 2 шт., переувлажняемые понижения – 1 шт.					
10	0,003	0,3	0,4	-	-
30	0,004	0,5	1,0	-	-
50	0,004	0,3	1,3	0,6	1,8
90	0,005	1,1	9,2	-	-

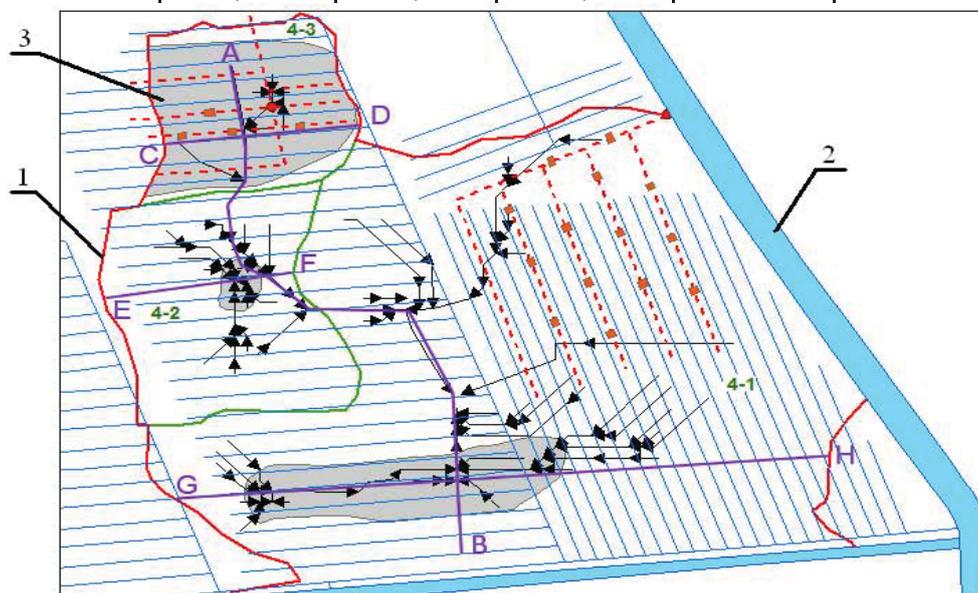


Рис. 2 – План элементарного водосбора 4 на объекте реконструкции «Маркова» (с тремя внутренними водосборами второго порядка)

1 – водораздел элементарного водосбора, 2 – канал, 3 – переувлажняемые понижения, 4-1, 4-2, 4-3 – водосборы второго порядка, А-В – основная линия тока водного потока.

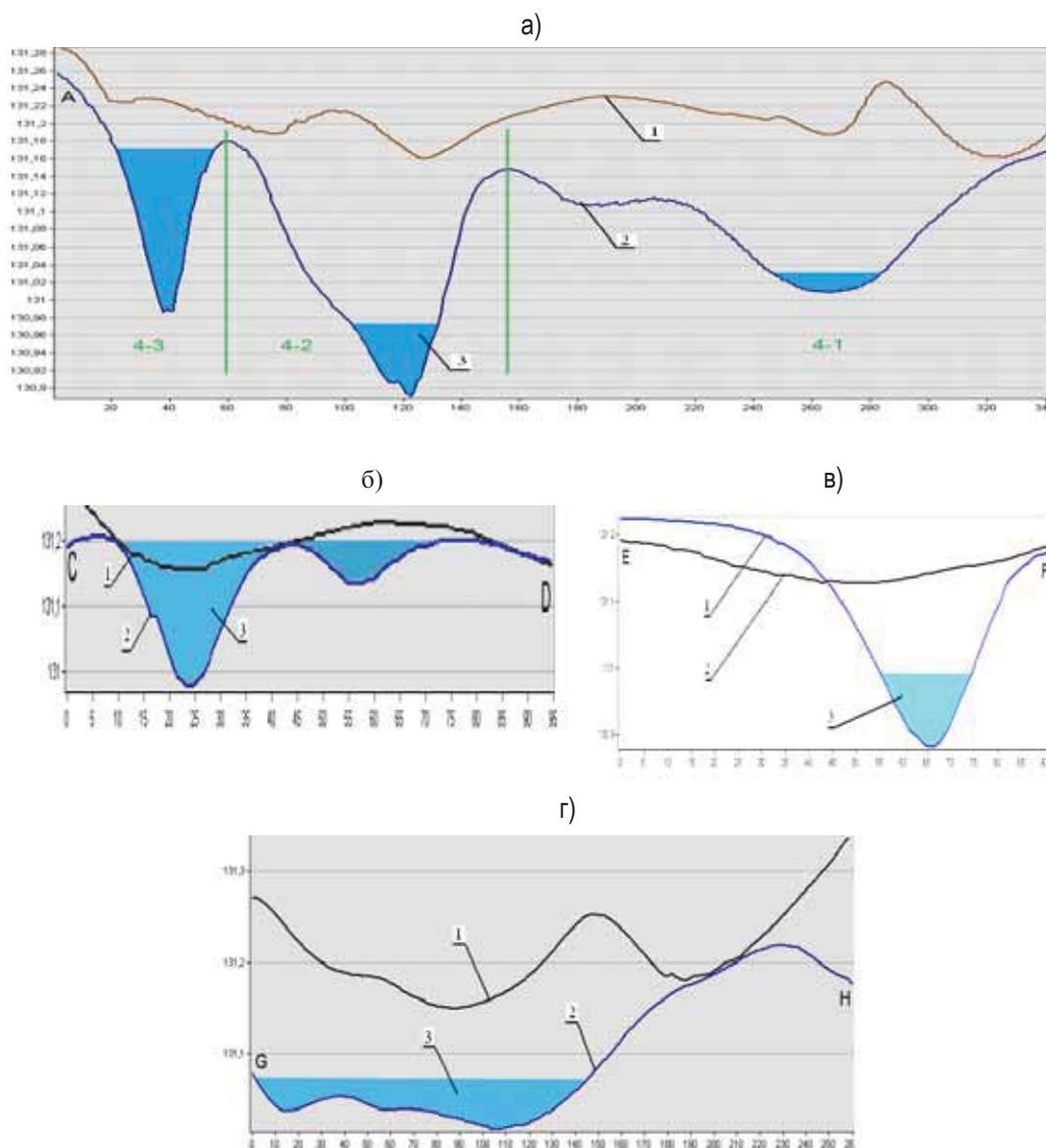


Рис. 3 – Продольный и поперечные разрезы переувлажняемых понижений на элементарном водосборе 4 (объект реконструкции «Маркова»)

- а) продольный разрез основной линии тока водного потока А-В;
- б) поперечный разрез С-Д переувлажняемого понижения на водосборе 4-3;
- в) поперечный разрез Е-Ф переувлажняемого понижения на водосборе 4-2;
- г) поперечный разрез Г-Н переувлажняемого понижения на водосборе 4-1;

1 – водораздел водосбора, 2 – линия тока водного потока, 3 – переувлажняемые понижения

Данные таблицы 1 показывают, что для объекта реконструкции в условиях низменных озерно-ледниковых ландшафтов средняя глубина водосбора составляет 0,9 м при средней площади 2,7 га и уклоне 0,006. Переувлажняемые понижения с длительным

застоем поверхностных вод на водосборах всех порядков составляют около 15 % их площади. Средняя площадь переувлажняемых понижений составляет 0,4 га, достигая в некоторых случаях двух и более га, а средняя глубина - 0,4 м и колеблется от 0,2 до 1,8 м.

На объекте реконструкции «За Родину» рассмотрим более подробно элементарный водосбор 14 (рис. 4 и 5). Площадь элементарного водосбора – 3,3 га, глубина – 4,7 м, средний уклон – 0,05, максимальный уклон по основной линии тока – 0,17. Внутри элементарного водосбора расположено три водосбора второго порядка. Площадь водосбора 14-1 составляет – 1,3 га, водосбора 4-2 – 1 га и водосбора 14-3 – 1 га. Средний уклон трех водосборов второго порядка составляет 0,04 – 0,06. Максимальные уклоны по основной линии тока для 14-1 составляют 0,06, для 14-2 – 0,17, а для 14-3 – 0,16. В замкнутых понижениях водосборов 14-2 и 14-3 образовались переувлажняемые понижения с длительным застоем поверхностных вод. Площадь переувлажняемого понижения на водосборе 14-2 составляет 0,3 га при глубине 1 м, а на водосборе 14-3 – 0,2 га и глубину 0,9 м. На водосборе 14-1 переувлажняемых понижений нет.

На элементарном водосборе 14 максимальная длина основной линии тока водного потока 300 м. Глубина водосбора 14-3 до перетока в водосбор 14-2 – 0,7 м, а глубина водосбора 14-2 до перетока в водосбор 4-1 – 1,9 м.

Параметры элементарных водосборов мелиоративного объекта на базовом объекте реконструкции «За Родину» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры элементарных водосборов мелиоративного объекта «За Родину»

Обеспеченность, %	Параметры водосборов				
	Водосборы			Переувлажняемые понижения с длительным застоем поверхностных вод	
	Средний уклон	Глубина, м	Площадь, F ₁ , га	Глубина, м	Площадь, F _{взм} , га
Водосборы 1 порядка – 59 шт., переувлажняемые понижения – 14 шт.					
10	0,02	1,5	0,3	0,3	0,1
30	0,03	2,2	0,6	0,9	0,2
50	0,03	3,3	0,7	1,1	0,3
90	0,04	5,8	3,7	1,6	1,0
Водосборы 2 порядка – 33 шт., переувлажняемые понижения – 18 шт.					
10	0,02	2,0	0,7	0,2	0,1
30	0,03	3,3	1,3	0,4	0,1
50	0,03	4,0	1,6	0,7	0,2
90	0,04	7,1	5,9	1,1	1,1
Водосборы 3 порядка – 8 шт., переувлажняемые понижения – 6 шт.					
10	0,02	2,3	0,3	0,5	0,1
30	0,03	2,5	0,73	0,7	0,1
50	0,03	4,7	1,1	0,9	0,2
90	0,05	10,6	6,8	1,1	0,4

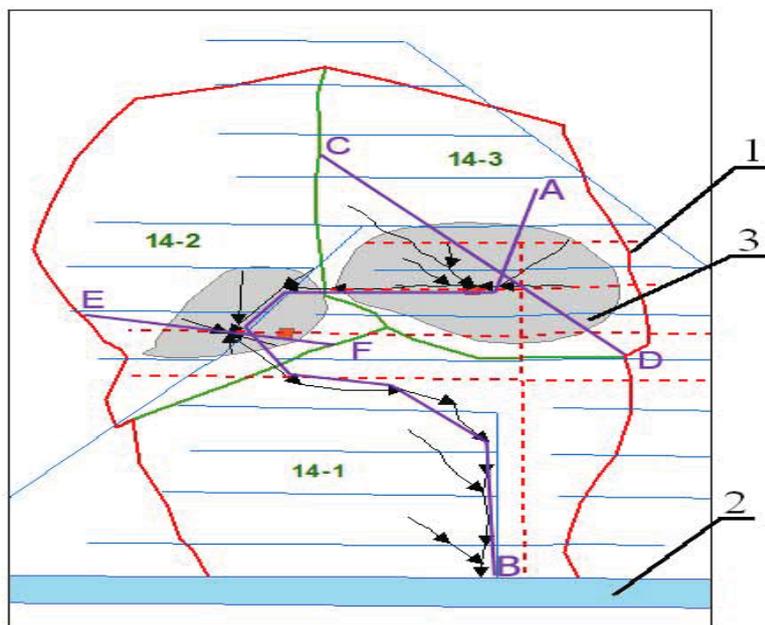


Рис. 4 – План элементарного водосбора 14 на объекте реконструкции «За Родину» (с тремя внутренними водосборами второго порядка)

1 – водораздел элементарного водосбора, 2 – канал, 3 – переувлажняемые понижения, А-В - основная линия тока водного потока 14-1, 14-2, 14-3 – водосборы второго порядка.

Данные таблицы 2 показывают, что для объекта реконструкции мелиоративных систем на средневысотных моренно-озерных ландшафтах средняя глубина водосбора составляет 4,8 м при средних значениях площади 2,3 га и уклона 0,04. Переувлажняемые понижения с длительным застоем поверхностных вод на водосборах первого порядка занимают 7,6% их площади, на водосборах второго порядка – 6,3% и третьего порядка – всего 3,5% площади водосбора. Средняя площадь переувлажняемых понижений – 0,4 га, а их глубина колеблется от 0,2 до 3,4 м, составляя в среднем 0,9 м.

Приведенные данные показывают, насколько различны условия формирования поверхностного стока в природных ландшафтах Поозерья. В условиях равнинного рельефа Шарковщинского района даже при незначительных глубинах водосборов переувлажняемые понижения с длительным застоем поверхностных вод на них занимают до 15% площади, тогда как на территории с холмистым рельефом (Глубокский район) они в среднем расположены на площади 6,2% водосборов. Средняя глубина их достигает 0,9 м, что более чем в два раза превышает среднюю глубину переувлажняемых понижений в Шарковщинском районе. Средние уклоны поверхности для водосборов этих ландшафтов также отличаются более чем в 6 раз: 0,006 – для Шарковщинского и 0,04 – для Глубокского районов.

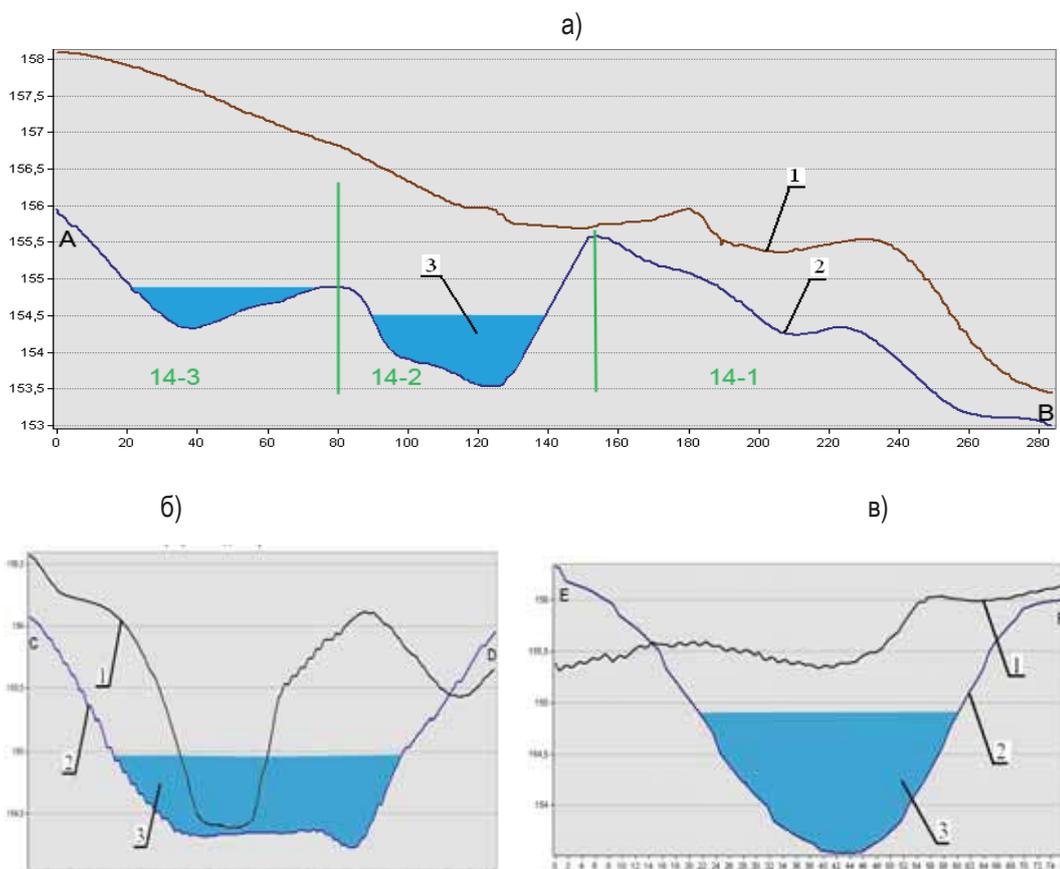


Рис. 5 – Продольный и поперечный разрезы переувлажняемых понижений на элементарном водосборе 14 (объект реконструкции «За Родину»)

- а) продольный разрез основной линии тока водного потока А-В;
 - б) поперечный разрез С-Д переувлажняемого понижения на водосборе 14-3;
 - в) поперечный разрез Е-Ф переувлажняемого понижения на водосборе 14-2;
- 1 – водораздел водосбора, 2 – линия тока водного потока, 3 – переувлажняемые понижения.

Выводы

1. В условиях низменных озерно-ледниковых и средневысотных моренно-озерных ландшафтов Белорусского Поозерья на слабоводопроницаемых почвах мелиоративных объектов с атмосферным водным питанием рельеф представляет собой систему соприкасающихся элементарных водосборов. Поверхность внутри элементарных водосборов может быть простой формы – водосбор одного порядка и сложной, включающей разное количество водосборов от второго до третьего порядков.

2. На водосборах первого, второго и третьего порядков мелиоративных объектов образуются основные и дополнительные линии тока, по которым вода перераспределяется внутри элементарных водосборов. Водосборы второго и третьего порядка мелиоративных объектов расположены внутри элементарных водосборов, причем из водосборов

третьего порядка вода при полном их заполнении по линиям тока может перетекать в водосборы второго порядка, а также перетекать из разных водосборов одного порядка.

3. В условиях низменных озерно-ледниковых ландшафтов параметры элементарных водосборов мелиоративных объектов изменяются в диапазоне: площадь – 0,4-9,2 га, глубина – 0,2-1,5 м и средний уклон – 0,002-0,01 (обеспеченностью 10, 90%), средневысотных моренно-озерных ландшафтов соответственно: площадь – 0,3-6,8 га, глубина – 1,5-10,6 м и средний уклон – 0,02-0,05 (обеспеченности 10, 90%).

4. На водосборах первого, второго и третьего порядков в замкнутых понижениях могут образовываться переувлажняемые понижения с длительным застоём поверхностных вод.

5. На водосборах мелиоративных объектов в условиях низменных озерно-ледниковых ландшафтов площадь переувлажняемых понижений находится в пределах 0,1-1,8 га, глубина 0,1-0,9 м (обеспеченность 10, 90%). Переувлажняемые понижения разбросаны по всему объекту и занимают около 15% площади. В среднем на каждом третьем гектаре объектов реконструкции находится переувлажняемое понижение с длительным застоём поверхностных вод.

6. На водосборах мелиоративных объектов в условиях средневысотных моренно-озерных ландшафтов площадь переувлажняемых понижений изменяется от 0,1 до 1,1 га, глубина от 0,2 до 1,6 м (обеспеченность 10, 90%). Переувлажняемые понижения с длительным застоём поверхностных вод на водосборах первого порядка занимают 7,6 %, на водосборах второго порядка – 6,3% и третьего порядка – всего 3,5% площади водосбора.

Литература

1. Белорусское Поозерье: анализ эколого-мелиоративного состояния / В.С. Аношко, М.Н. Брилевский, Ю.П. Качков [и др.] – Минск: БГУ, 1992. – 156 с.
3. Земля Беларуси. 2001: Справочное пособие. – Минск: УП «БелНИИЗем», 2002. – 120с.
2. Ландшафты Белоруссии / Под ред. Г.И. Марцинкевич, Н.К. Клицуновой. – Минск: БГУ, 1989. – 240 с.
4. Матвеев, А.В. Рельеф Белоруссии / А.В. Матвеев, Б.Н. Гурский, Р.И. Левицкая. – Мн.: Университетское, 1988. – 317 с.
5. Макоед, В.М. Современное состояние мелиорированных земель Белорусского Поозерья / В.М. Макоед, А.В. Высосенко, Ж.А. Капилевич. // Мелиорация. 2008. – №2(60). – С. 35-42.

Summary

Makoed V.M., Hmelevskaya G.V., Kukanova O.N.

THE EFFECT OF RELIEF SURFACE OF RECLAMATION OBJECTS ON FORMATION OF SURFACE OUTFLOW IN THE BELARUSSIAN LAKE AREAS

The results of the analysis of reclamation objects relief in different landscapes of the Belarusian Lakelands are proposed. It is found that the reclamation objects relief is a basic system of independent contiguous watersheds. It is determined the range of change of parameters of elementary catchment drainage facilities, and in different watersheds - the number and range of change of the area and depth of overhumifying decreases with prolonged stagnation of surface water.

Поступила 10 февраля 2012 г.