

УДК 551.438.5(476-15):626.80

Е.А. Кухарик

магістр геогр. наук,
аспірант лаб. геодинамікі і палеогеаграфіі
Інстытута прыродопользавання НАН Беларусі
e-mail: shzhk@mail.ru

ТРАНСФОРМАЦІЯ РЕЛЬЕФА ЗАПАДНОЙ ЧАСТІ ТЕРЫТОРЫІ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГІДРОМЕЛІОРАТЫВНОГА СТРОІТЕЛЬСТВА

Прыведены краткія сведенні па історыі правядзення меліоратыўных работ і изученнасці воп-росов техногеннага пераабраўвання ландшафтаў. Разглядзены канструктыўныя асабнасці сооруджаемых в працэсе гідромеліоратыўнага строітельства каналаў, вызначаны параметры гэтых техно-морф. С іспользаваннем сведенняў з апублікаваных істочнікаў і фондовых матэрыялаў дана ацэнка змяненнасці рельефа юга-запада Беларусі па параметрам аб'ёмаў техногенна-перемешчаных грунтаў і інтэнсіўнасці трансфармацыі зямной паверхнасці. Так, сярэднія значэння гэтых паказатэляў састав-ляюць $3\ 619\ м^3/км^2$ і $24,9\ м^3/км^2/год$ саотвественно. Полученныя сведення пазвалілі сдэлаць вывод о том, что темпы трансфармацыі зямной паверхнасці рэгіона за последние 145 лет значительнo пре-высили суммарное воздействие всех природных процессов.

Введение

Впервые меліоратыўныя работы на тэрыторыі заападной часті Беларускага Полесья началі праводзіцца в XVI в., кода королева Бона Сфорца арганізавала осу-шение болот в пределах своих владений в окрестностях городов Пинск, Кобрин, Мало-рита и др. [1; 2]. В дальнейшем вплоть до конца XIX в. меліоратыўное освоение болот проводилось на землях крупных магнатов и помещиков. Первые масштабные гидро-меліоратыўныя мероприятия в юга-западной Беларусі были выполнены во время рабо-ты Западной экспедиции (1873–1898 гг.) под руководством И.И. Жилинского. Строи-лись меліоратыўныя сисемы, включающие в себя магистральные и регулирующие ка-налы и другие сооружения. Однако наиболее активно меліоратыўное строітельство на тэрыторыі Полесья осуществлялось с 1954 до конца 1980-х гг. [1; 3; 4]. Этот про-цесс сопровождался интенсивным воздействием на земную поверхность рэгіона.

Вопросы преобразования рельефа в результате меліоратыўного освоения земель юга-запада Беларусі в разное время рассматривались В.С. Аношко [5], Н.Н. Бамбаловым [6], А.Н. Галкиным [7], Н.Ф. Гречаником [8], В.Н. Карнауховым [9], И.И. Лиштва-ном [10], И.С. Лупиновичем [11], А.В. Матвеевым [12], С.Ф. Савчиком [13], С.Г. Ско-ропановым [14] и др.

В процессе гідромеліоратыўнага строітельства на тэрыторыі іспледуемого ре-гиона была создана протяженная сеть каналов-осушителей различных классов, построено большое количество гидротехнических сооружений, канализированы участки мно-гих рек. Совокупность инженерно-геологических объектов, созданных в процессе ме-лиоратыўного освоения болот Полесья, А.Н. Галкин [7] рассматривает в качестве *водо-хозяйственной литотехнической системы (ЛТС) регионального уровня*. В данном типе выделены два вида литотехнических систем (*водная и гидротехническая*), которые рас-сматриваются в данной работе.

Материалы и методы исследований

Материалами для исследования послужили полевые работы, среднемасштабные топографические карты разных годов, а также мелкомасштабные карты из Национального атласа Беларусі [15], Общегеографического атласа Брестской области [16], техни-ческие нормативные документы и научные публикации.

На первом этапе производились картографические измерения в пределах квадратов 4 км^2 . Целью работ было определение протяженности мелиоративных каналов и канализованных участков рек в пределах каждого из квадратов километровой сетки на всех листах топографических карт, охватывающих район исследований, и создание базы данных. На втором этапе выполнялась генерализация полученных материалов и сведение их к единой схеме в масштабе $1 : 500\,000$. Для этого была составлена прозрачная основа с сетью квадратов площадью 100 км^2 . Вся изучаемая территория на схеме в масштабе $1 : 500\,000$ была разбита на 322 участка, для которых рассчитывалась протяженность мелиоративных каналов различных классов и канализованных участков рек. На третьем этапе осуществлялись расчеты для определения объемов перемещенных грунтов при строительстве гидромелиоративных сооружений. Для этого с использованием технической документации, а также опубликованных научных работ по данной тематике был вычислен объем одного погонного метра выемки для исследуемых групп объектов (таблица).

Таблица. – Усредненные параметры каналов и канализованных участков рек [17; 18]

Тип сооружения	Ширина, м	Глубина, м	Объем грунтов, извлекаемых при проходке 1 погонного метра, м^3
Судоходный канал	40	2	80
Магистральный	6	2	12
Открытый осушитель	3	1,2	3,6
Канализованный участок реки	10	2	20

Имеющиеся показатели протяженности различных типов каналов в пределах каждого из 322 участков умножались на значение объема извлекаемого грунта в процессе прокладки одного погонного метра выемки. В итоге были получены данные по суммарному объему сооруженных в процессе гидромелиоративного строительства выемок (в м^3). Все полученные значения были приведены к единице площади (км^2). Это послужило источником информации для построения схемы распределения перемещенных грунтов на территории юго-запада Беларуси. При выполнении картографических работ автор воспользовался рекомендациями С.В. Ракеть.

Единственным судоходным каналом на юго-западе Беларуси является Днепровско-Бугский водный путь. Также крупным гидротехническим сооружением является Огинский канал. В основном же сеть каналов региона представлена мелиоративными системами.

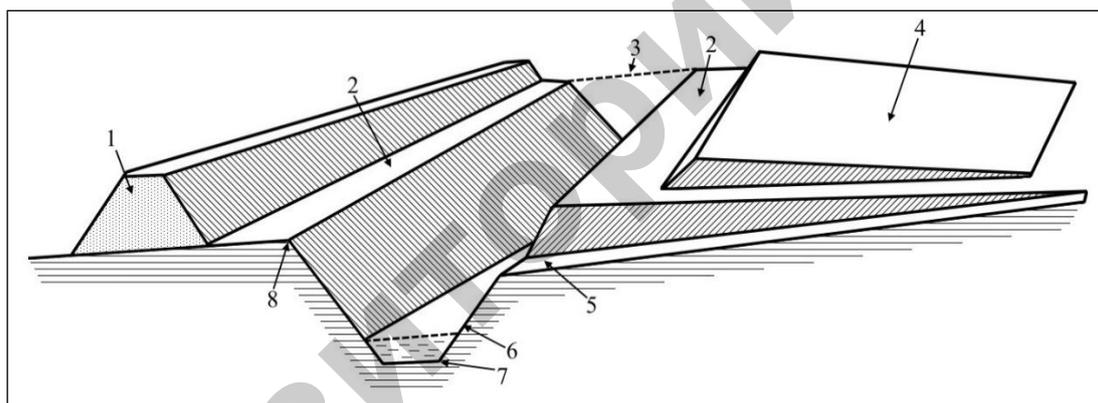
Осушительная мелиоративная система представляет собой комплекс инженерных сооружений и устройств, обеспечивающих создание оптимального водного режима на переувлажненных землях, и включает в себя осушаемую территорию, регулируемую, оградительную и проводящую сеть, водоприемник, гидротехнические объекты, дорожную сеть и другие элементы. Проектируется на основе материалов геодезических, инженерно-геологических, геоморфологических, гидрогеологических, гидрологических, гидрометеорологических, почвенных изысканий [19–21]. На территории Белорусского Полесья применяются в основном осушительные системы открытого типа, регулирующая сеть которых представлена каналами и канавами.

Строительство открытой осушительной сети является наиболее сложным и трудоемким процессом в комплексе мелиоративного строительства. Осушение болот и заболоченных земель начинается с регулирования рек-водоприемников, способных одновременно принимать и отводить воду, поступающую с водосбора. Позднее проводится подготовка территории к прокладке магистральных, коллекторных, нагорно-ловчих и регулирующих каналов и начинается строительство [17].

Осушительные каналы прокладываются в выемках. При этом выполняется разработка грунта, перемещение его в кавальер, проводится планировка откосов и дна канала, разравнивание кавальеров и их профилирование, планирование бермы, в понижениях рельефа сооружаются воронки для сброса поверхностных вод. При необходимости прокладки вдоль канала дорог сооружаются дамбы и насыпи из местных минеральных грунтов [17]. Форма поперечного сечения каналов открытой осушительной сети обычно принимается трапецеидальной [23] (рисунок 1).

Расстояние между каналами открытой осушительной сети рассчитывается по различным формулам (в зависимости от природно-геологических и других условий). Глубина каналов назначается из условий обеспечения необходимой нормы осушения: минимальная для минеральных почв – 1 м, для торфяных – 1,2 м после осадки торфа; максимальная для мелких каналов-осушителей – 1,4–1,5 м [22].

Кроме открытой осушительной сети, на изучаемой территории большие площади заняты дренажными системами. При прокладке дрен проводится выемка грунтов, но затем созданные техноморфы засыпаются, и земная поверхность приобретает первоначальный облик, т.е. формально трансформация земной поверхности является минимальной. Также при строительстве мелиоративных систем сооружаются водохранилища. Всего в юго-западной Беларуси насчитывается 44 водохранилища. Изучение влияния водохранилищ на изменение рельефа является предметом отдельного исследования, поэтому в данной работе эти вопросы не рассматриваются.



1 – неразровненный кавальер; 2 – берма; 3 – ширина канала поверху;
4 – разровненный кавальер; 5 – воронка для стока воды; 6 – откос; 7 – дно; 8 – бровка

Рисунок 1. – Элементы поперечного сечения осушительного канала

Основным нормативным документом, который регламентирует параметры мелиоративных систем и сооружений, на данный момент является технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.03-163-2009 (02250) «Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования» [18].

Результаты и их обсуждение

Направленное воздействие на земную поверхность в процессе осушения болот и заболоченных пространств начинается на первом этапе гидромелиоративного строительства. Во время прокладки выемок и отсыпки кавальера значительно видоизменяются природные, возникают новые формы рельефа – мелиоративные техноморфы, происходит нарушение естественного залегания и перемещение значительных объемов грунтов. Так, в процессе сооружения выемки мелиоративного канала образуется кавальер – земляной вал, сложенный изъятими грунтами. При разравнивании кавальера на терри-

тории осушительной системы распределяется слой грунта мощностью 0,15–0,5 м [17]. В случае если кавальер не разравнивается, слагающие его грунты могут быть использованы для сооружения насыпей дорог.

Значительное изменение рельефа региона происходит во время работ по канализации русел рек-водоприемников. Спрямяются продольные очертания берегов, прибрежные пространства обваловываются или перекрываются железобетонными конструкциями. Примером такой трансформации могут служить претерпевшие значительные изменения в процессе канализации участки русел рек Пина, Ясельда, Бобрик и др. При сооружении шлюзов, дамб и плотин, польдерных систем возникают системы положительных линейных техноморф, что приводит к значительному изменению общего рельефного фона местности.

Позднее в процессе эксплуатации мелиоративных систем широкое развитие получают эрозионные и гравитационные процессы. Значительное количество продуктов плоскостной эрозии, которая проявляется на территории осушительной системы, поступает в открытую сеть, отлагается на дне и откосах каналов. В русле мелиоративного канала протекает линейная (руслевая) эрозия, которая приводит к размыву участков дна и берегов. По данным В.Н. Карнаухова [9], при переходе от полей к каналам, а далее к рекам-водоприемникам отмечается затухание удельного транспорта продуктов эрозии. Эродируемый материал в значительной степени накапливается в руслах мелиоративных каналов, что приводит к их обмелению и зарастанию. Это создает риск подтопления осушаемых пространств и приводит к выходу мелиоративных систем из строя. В связи с этим А.Н. Галкин [7] обосновал целесообразность проведения инженерно-геологического мониторинга водохозяйственных литотехнических систем с целью обеспечения управления ими и предупреждения развития геологических опасностей на мелиорируемых землях, построения наиболее оптимальных стратегий природопользования на всех этапах строительства и эксплуатации каналов и гидротехнических сооружений.

В результате гидромелиоративного строительства происходит перемещение огромных масс грунтов, что в значительной степени предопределяет характер трансформации рельефа. Чтобы количественно охарактеризовать этот процесс, автором использованы два показателя – суммарные объемы перемещенного материала и показатель интенсивности преобразования земной поверхности, выраженные в $\text{м}^3/\text{км}^2$ и $\text{м}^3/\text{км}^2/\text{год}$ соответственно.

Расчет этих показателей проводился с учетом того, что на территории изученного региона каналы имеют разные классы. Так, крупнейшее гидротехническое сооружение на территории исследуемого региона – Днепровско-Бугский канал – протянулся с запада на восток на 243,2 км, соединив реки Мухавец и Пина. Канализация участков рек Полесья осуществляется в результате проведения крупных гидротехнических мероприятий или в том случае, если водоток используется в качестве водоприемника избыточных вод, поступающих из осушительных систем. Наиболее крупные мелиоративные каналы, имеющие ширину от 10 до 20 м, прокладываются в наиболее пониженных местах дневной поверхности и впадают в реки-водоприемники или водохранилища. Однако наиболее распространенными являются каналы шириной до 10 м, которые становятся наименьшими звеньями мелиоративной системы, обеспечивают прием и отвод избыточных поверхностных и грунтовых вод и образуют на осушаемых землях густую сеть. В некоторых районах (севернее городов Пинск и Иваново, западнее г. Каменец, окрестности городов Столин и Малорита) сеть мелиоративных каналов развита слабо. Эти участки совпадают с развитием краевых ледниковых образований, водно-ледниковых и моренных равнин (Высоковской, Логишинской, Загородье, Столинской, Малоритской и др.), что исключало необходимость проведения обширных мелиоративных работ на этих территориях из-за отсутствия больших по площади болотных массивов.

С учетом распространения перечисленных классов каналов и канализированных участков рек и данных таблицы была построена схема объемов перемещенных грунтов (рисунок 2), по которой можно судить о трансформации земной поверхности юго-запада Беларуси.

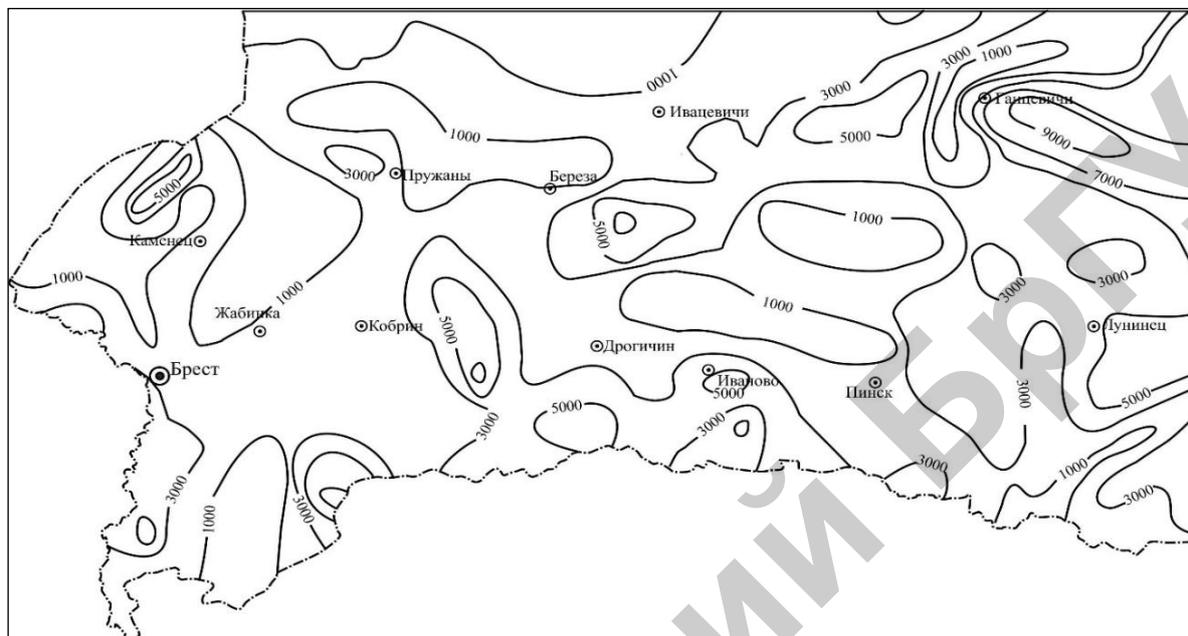


Рисунок 2. – Объемы перемещенных грунтов на юго-западе Беларуси в результате гидромелиоративного строительства, $\text{м}^3/\text{км}^2$

Как следует из схемы, значения объемов перемещенных пород распределены неравномерно. Среднее значение показателя, характеризующего этот процесс, составляет $3\,619 \text{ м}^3/\text{км}^2$, что соответствует слою на земной поверхности, равному 3,6 мм. Максимальные значения объемов перемещенного материала наблюдаются в районах распространения наиболее крупных гидротехнических сооружений и мелиоративных систем. Так, в районе г. Ганцевичи объем перемещенных грунтов достигает $7\,000\text{--}9\,000 \text{ м}^3/\text{км}^2$ (на отдельных участках до $12\,948 \text{ м}^3/\text{км}^2$), несколько меньшие значения характерны для окрестностей городов Иваново, Лунинец, Каменец, восточнее г. Кобрин, южнее городов Дрогичин и Брест – до $5\,000\text{--}7\,000 \text{ м}^3/\text{км}^2$. На нескольких локальных участках мелиоративная сеть развита слабо, и значения объемов перемещенных грунтов здесь не превышают $1\,000 \text{ м}^3/\text{км}^2$ (районы городов Высокое, Пружаны, Береза, Столин, Малорита, севернее г. Пинск).

Учитывая, что основное техногенное воздействие на земную поверхность в процессе проведения мелиоративных работ и строительства гидротехнических сооружений началось в 1873 г., можно рассчитать интенсивность трансформации земной поверхности. Так, среднее значение этого показателя за период 1873–2018 гг. составило $24,8 \text{ м}^3/\text{км}^2/\text{год}$, что равно слою пород мощностью 0,025 мм/год. Если учесть, что средняя величина природной денудации для территории Восточно-Европейской платформы не превышает 0,005–0,025 мм/год [24], можно сделать вывод, что интенсивность трансформации земной поверхности в процессе мелиоративного и гидротехнического строительства равны суммарному воздействию всех природных геоморфологических агентов или превышают интенсивность их воздействия в 5 раз.

Заклучение

1. Показано, что в процессе гидромелиоративного строительства происходит значительная трансформация рельефа западной части территории Белорусского Полесья. Она проявляется в возникновении новых форм рельефа – мелиоративных техноморф, а также в изменении существующих природных форм. Трансформация земной поверхности происходит как на этапе строительства, так и в процессе эксплуатации мелиоративных систем и гидротехнических сооружений.

2. Мелиоративные системы и гидротехнические сооружения, которые представляют собой сложные техноприродные инженерно-геологические системы (литотехнические системы), являются зонами потенциального риска развития неблагоприятных геологических процессов. В результате воздействия экзогенных и техногенных агентов на водосборах и в руслах каналов активизируются эрозионные и гравитационные процессы. Это приводит к обмелению и зарастанию созданных технических сооружений, возникновению риска подтопления территорий и выхода из строя мелиоративных систем и сооружений.

3. С использованием показателей суммарных объемов техногенно-перемещенных пород и интенсивности трансформации земной поверхности, выраженных в $\text{м}^3/\text{км}^2$ и $\text{м}^3/\text{км}^2/\text{год}$ соответственно, было показано, что среднее значение объема перемещенных пород в результате гидромелиоративного строительства составило $3\,619\ \text{м}^3/\text{км}^2$. Средний показатель интенсивности трансформации земной поверхности составил $24,8\ \text{м}^3/\text{км}^2/\text{год}$.

4. Темпы преобразования земной поверхности региона в процессе гидромелиоративного строительства за последние 145 лет значительно превысили суммарное воздействие на рельеф всех природных процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аношко, В. С. История мелиорации Белорусского Полесья / В. С. Аношко // Географія. – 2013. – № 6. – С. 3–11.

2. 95 лет истории развития мелиоративной науки в Беларуси / А. П. Лихацевич [и др.] ; под общ. ред. А. П. Лихацевича. – Минск : Ин-т мелиорации и луговодства, 2005. – 256 с.

3. История аграрной науки Беларуси (XIX – начало XXI в.) : в 2 ч. / В. Г. Гусаков [и др.] ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2017. – Ч. 1. – 310 с.

4. Сучков, К. П. Мелиорация земель Беларуси: очерки истории : в 2 ч. / К. П. Сучков, П. У. Равовой, Л. К. Стычинский. – Горки : БГСХА, 2010. – 2 ч.

5. Аношко, В. С. Географические основы мелиорации / В. С. Аношко. – Минск : Выш. шк., 1974. – 176 с.

6. Бамбалов, Н. Н. Геоэкологическое обоснование восстановления природных и хозяйственных функций нарушенных болот / Н. Н. Бамбалов, В. А. Ракович // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. – 2007. – № 1. – С. 28–38.

7. Инженерная геология Беларуси : в 3 ч. / А. Н. Галкин [и др.] ; под ред. В. А. Королева. – Витебск : ВГУ им. М. П. Машерова, 2016–2018. – 3 ч.

8. Гречаник, Н. Ф. Рельеф территории Подляско-Брестской впадины / Н. Ф. Гречаник, А. В. Матвеев, М. А. Богдасаров ; под ред. А. В. Матвеева. – Брест : БрГУ им. А. С. Пушкина, 2013. – 154 с.

9. Карнаухов, В. Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы на открытой сети мелиоративных систем / В. Н. Карнаухов ; под ред. А. П. Лихацевича. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 346 с.

10. Лиштван, И. И. Охрана окружающей среды в связи с мелиорацией Полесской низменности / И. И. Лиштван, Г. Д. Горбутович, Л. М. Ярошевич // Проблемы Полесья. – 1987. – Вып. 11. – С. 3–10.
11. Лупинович, И. С. Преобразование природы Полесской низменности / И. С. Лупинович, С. Г. Скоропанов, З. Н. Денисов. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – 77 с.
12. Матвеев, А. В. История формирования рельефа Белоруссии / А. В. Матвеев ; под ред. О. Ф. Якушко. – Минск : Наука і тэхніка, 1990. – 144 с.
13. Савчик, С. Ф. Антропогенный морфогенез на территории Беларуси : автореф. ... дис. канд. геогр. наук : 22.00.25 / С. Ф. Савчик. – Минск, 2002. – 21 с.
14. Скоропанов, С. Г. Избранные труды / С. Г. Скоропанов ; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Беларус. навука, 2010. – 468 с.
15. Нацыянальны атлас Беларусі [Карты] / складз. і падрыхт. да друку РУП «Белкартаграфія» ў 2000–2002 гг. – [Маштабы розныя]. – Мінск : Белкартаграфія, 2002. – 292 с.
16. Брестская область. Общегеографический атлас [Карты] / сост. и подг. к печати РУП «Белкартография» в 2003 г. – Обнов. и доп. в 2013 г. – [Масштабы разные]. – Минск : Белкартография, 2013. – 48 с.
17. Мелиорация : энцикл. справ. / редкол.: И. П. Шамякин (гл. ред.) [и др.] ; под общ. ред. А. И. Мурашко. – Минск : Белорус. Совет. Энцикл., 1984. – 567 с.
18. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования = Меліярацыйныя сістэмы і збудаванні. Нормы праектавання : ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). – Введ. 01.07.06. – Минск : Минстройархитектуры, 2006. – 105 с.
19. Маслов, Б. С. Справочник по мелиорации / Б. С. Маслов, И. В. Минаев, К. В. Губер. – М. : Росагропромиздат, 1989. – 384 с.
20. Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв : учебник / Ф. Р. Зайдельман. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : МГУ, 2003. – 448 с.
21. Мелиорация и водное хозяйство : справочник : в 7 ч. / редкол.: Н. Ф. Васильев (гл. ред.) [и др.]. – М. : Колос : Агропромиздат, 1984–1992. – Ч. 3 : Осушение / Б. С. Маслов [и др.] ; редкол.: Б. С. Маслов (гл. ред.) [и др.]. – 1984. – 447 с.
22. Лагун, Т. Д. Мелиорация и рекультивация земель : учебник / Т. Д. Лагун. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 376 с.
23. Голченко, М. Г. Мелиорация и эксплуатация гидромелиоративных систем / М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов, П. У. Равовой. – Минск : Выш. шк., 1985. – 302 с.
24. Эрозионные процессы (географическая наука практике) / М. Ю. Белоцерковский [и др.] ; под ред. Н. И. Маккавеева, Р. С. Чалова. – М. : Мысль, 1984. – 256 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 19.11.2018

Kukharik Ye.A. Transformation of the Relief of the Western Part of the Territory of the Belarusian Polesie as a Result of Irrigation and Drainage Construction

The article is devoted to the assessment of the transformation of the earth's surface in the western part of the territory of the Belarusian Polesie in the process of land reclamation. Brief information on the history of land reclamation works and the study of the issues of technogenic transformation of landscapes are given. The design features of the channels constructed in the process of irrigation and drainage canal construction are considered, the parameters of these technomorphs are determined. Using information from published sources and stock materials, an assessment was made of the variation in the relief of the south-west of Belarus in terms of the parameters of technogenically displaced soils and the intensity of transformation of the earth's surface. Thus, the average values of these indicators are 3,619 m³/km² and 24,9 m³/km²/year, respectively. The obtained data allowed to conclude that the rate of transformation of the earth's surface of the region over the past 145 years has significantly exceeded the total impact of all natural processes.