

УДК 91:504; 910.1

**И. В. Окоронко**

*ст. преподаватель каф. ботаники и экологии  
Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина  
e-mail: okoronko2007@ya.ru*

## **ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДОСБОР р. ПИНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

*Представлена методика геоэкологического анализа антропогенных нагрузок на водосборы малых рек и комплексная оценка экологического состояния бассейна р. Пина с применением ГИС-технологий. Река Пина является уникальным объектом для геоэкологического исследования. Она протекает в юго-восточной части Брестской области в пределах трех административных районов и среди большинства других малых рек Беларуси характеризуется наименьшей антропогенной преобразованностью. Рассматриваются результаты исследования геоэкологического состояния частных водосборов посредством оценки различных показателей природной защищенности территории и факторов антропогенной нагрузки.*

### **Введение**

В последние десятилетия ухудшение экологического состояния малых рек вызывает серьезную озабоченность и является одной из актуальных экологических проблем не только на территории Полесья.

В результате интенсивного освоения региона происходит усиление антропогенной нагрузки на окружающую природную среду, что приводит к значительному ухудшению качественного состояния поверхностных вод. Оценка природного потенциала водных ресурсов, факторов формирования их экологического состояния, поиск алгоритмов оптимизации рационального водопользования с применением современных методов ГИС-технологий обуславливает актуальность темы исследования.

### **Материалы и методы исследований**

Целью работы является комплексная геоэкологическая оценка бассейна р. Пина. Объектом исследования выступают малые (частные) водосборы (суббассейны).

ГИС-технологии позволяют научно обоснованно организовать геоэкологический мониторинг в пределах малых речных бассейнов, сходных или различных по ландшафтным особенностям и гидрологическому режиму, в целях регламентации техногенной нагрузки. На основе использования ГИС в картографии развилось отдельное направление – геоинформационное картографирование. Взаимодействие геоинформатики и картографии стало основой для формирования нового направления – геоинформационного картографирования, суть которого составляет автоматизированное информационно-картографическое моделирование природных и социально-экономических геосистем на основе ГИС и баз знаний.

Основная задача геоэкологического картографирования – получение площадной информации и отображение в картографических моделях всех природных и антропогенных факторов, влияющих на геоэкологическую обстановку (от конкретного воздействия до последствий этого воздействия). Создание карт в геоэкологической картографии – базовая основа для определения экологических проблем, рационального их решения, разработки политики для целей сбалансированного регионального развития, а также геоинформационное обеспечение подобных исследований.

Основу методики составляет построение матрицы антропогенных нагрузок на водосборы малых рек по преобладающим источникам загрязнения и степени экологической опасности.

Сущность методики геоэкологического анализа антропогенных воздействий на водосборы малых рек и водных объектов представляет собой определенную последовательность проведения следующих исследований [1; 4].

1. **Выбор операционной типологической единицы рассмотрения (элементарный водосбор, бассейн малой реки и др.).** Посредством геоинформационного картирования было выделено семь малых водосборов (таблица, рисунок 1).

Таблица. – Структуры гидрографической сети и бассейнового строения р. Пина

Название малого водосбора (МВ)	Индекс	Площадь, км <sup>2</sup>	Площадь, % от района
МВ Днепровско-Бугского канала до впадения р. Нивка	П1	645,0	32,1
МВ р. Неслуха	П2	398,3	19,8
МВ р. Нивка	П3	184,5	9,2
МВ р. Филипповка	П4	155,4	7,7
МВ кан. Завышанский	П5	210,0	10,5
МВ р. Пина от впадения р. Филипповка до впадения в р. Припять	П6	178,8	8,9
МВ р. Пина от впадения Завышанского канала до впадения в р. Припять	П7	237,5	11,8

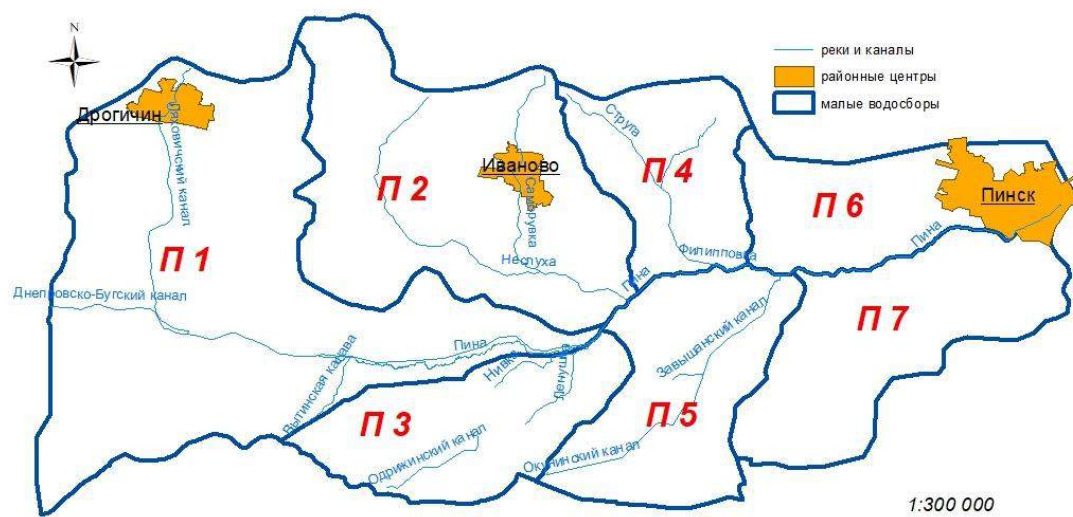


Рисунок 1. – Малые водосборы р. Пина

2. **Выявление основных природных средообразующих факторов и их количественная характеристика.** Для каждого частного водосбора проводилась оценка природного фактора, способного в определенной мере компенсировать антропогенные воздействия. Таким образом, проанализированы следующие показатели: *густота русловой сети, озерность, лесистость, болотистость, доля территорий под водными объектами*, а также *доля охраняемых территорий*.

3. **Выявление основных факторов антропогенной нагрузки и оценка их количественных характеристик.** Оценка антропогенных факторов производилась по следующим показателям: *доля городских территорий, доля территорий сельских населенных пунктов, численность населения, плотность населения, распаханность территории, густота автомобильных дорог, количество внесенных минеральных и органических удобрений и поголовье крупного рогатого скота*. Влияние сельского хозяйства оценивалось по животноводческой отрасли и растениеводству, оказывающих наиболь-

шее негативное влияние на водные ресурсы и окружающую среду в целом. Антропогенная нагрузка от животноводства на выделенные водосборные территории оценивалась по объему твердых и жидких отходов и содержащемуся в них количеству действующего вещества.

**4. Картографирование выявленных природных и антропогенных факторов для выбранных типологических единиц рассмотрения.** Необходимый материал был получен путем обработки картографических и справочных материалов. Все расчеты и картосхемы проводились с использованием приложения ArcGIS 10.3, позволяющего создавать различные электронные карты, проводить расчеты и моделирование. Базовыми для ее создания является карта OpenStreetMap с нанесенным на нее функциональным зонированием и разновременные топографические карты. Информация по различным показателям получена в результате дешифрирования и оцифровки карт OpenStreetMap высокого разрешения. При этом каждому идентифицированному участку соответствует атрибутивная таблица, содержащая информацию о количественных и качественных характеристиках по изучаемым показателям. Картографическая база данных охватывает географический блок, который включает тематические карты и оценочный блок, содержащий синтетические карты. Исходная база данных формировалась по справочным материалам землеустроительных служб, отчетов статистического комитета, сельских исполнительных комитетов, а также комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Брестского исполнительного комитета. Часть данных была получена с помощью созданной геоинформационной системы путем пересечения различных тематических карт.

**5. Составление матрицы характеристик природных факторов и антропогенной нагрузки в балльных показателях.** Для оценки была использована трехбалльная оценочная шкала с дополнительным баллом при отсутствии данного показателя в пределах водосбора. Для расчета комплексных показателей положительной и отрицательной составляющих оценки использовался метод сложения соответствующих балльных значений показателей и последующего трехуровневого равноинтервального ранжирования их суммы.

**6. Анализ пространственного распределения элементарных типологических единиц на водосборе с разной степенью экологической опасности.**

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Пина – левый приток Припяти. Длина реки составляет 40 км, ширина русла – 35–55 м, площадь водосборного бассейна чуть более 2 тыс. км<sup>2</sup>. Исток реки находится южнее д. Переруб Ивановского района, однако некоторые исследователи считают, что исток реки расположен южнее д. Дубое Пинского района. Река является частью Днепроовско-Бугского канала. Берега низкие, частично заболоченные. Русло реки претерпело значительные изменения во время строительства и реконструкции Днепроовско-Бугского канала.

Основными притоками являются канал Завищанский, реки Ленушка и Нивка (правые), реки Неслуха, Филипповка, Струга, Саморувка и Ляховичский канал (левые). Пина протекает по территории Дрогичинского, Ивановского и Пинского районов Брестской области. Гидрологическая схема водосбора р. Пина представлена на рисунке 1.

Бассейн расположен в пределах Полесской низменности. Река Неслуха берет начало у д. Дроботы Дрогичинского района, длина ее составляет 52 км, она протекает по территории Дрогичинского и Ивановского районов. У западной границы д. Рудск Ивановского района в р. Неслуха впадает р. Саморувка. Ее длина составляет 29 км. Исток р. Филипповка расположен севернее д. Якша Ивановского района, протяженность 29 км. Недалеко от д. Бродница Ивановского района в нее впадает р. Струга,

имеющая длину 17 км. Река Нивка берет начало южнее д. Власовцы Ивановского района, протяженность ее составляет 15 км. Возле деревни Хомичево в нее впадает р. Ленушка.

С 1775 по 1783 г. велось строительство Днепровско-Бугского канала, в связи с чем и территория бассейна реки Пина претерпела значительные антропогенные изменения. Протяженность Днепровско-Бугского канала в пределах водосбора составляет около 70 км. С момента постройки Днепровско-Бугской водной системы река активно использовалась для судоходства, в г. Пинске построен порт. В послевоенные годы на территории Белорусского Полесья были развернуты активные мелиоративные мероприятия, в результате чего была построена сеть мелиоративных систем и частично канализированы русла естественных водотоков. Так, на исследуемой территории появились Ляховичский канал (Дрогичинский р-н, длина 40 км), Завышанский (Ивановский и Пинский р-ны, длина 20 км), Окунинский (Ивановский р-н, длина 25 км) и Одрижинский (Ивановский р-н, длина 14 км) каналы.

В системе физико-географического районирования (в европейской десятичной системе районирования) бассейн р. Пина располагается в пределах Полесской провинции, а в системе ландшафтного районирования – в пределах подзоны суббореальных (полесских) ландшафтов [3].

В пределах бассейна реки выделяется 6 типов ландшафтов (рисунок 2). На юге это аллювиальные террасированные и озерно-аллювиальные, на севере – озерно-болотные и вторично-моренные ландшафты, на западе – водно-ледниковые и озерно-болотные, а на востоке – водно-ледниковые и пойменные типы ландшафтов.

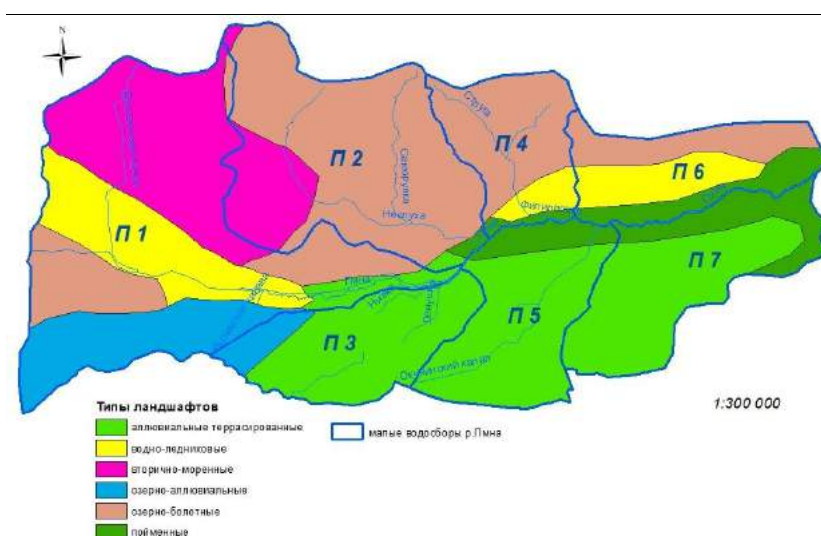
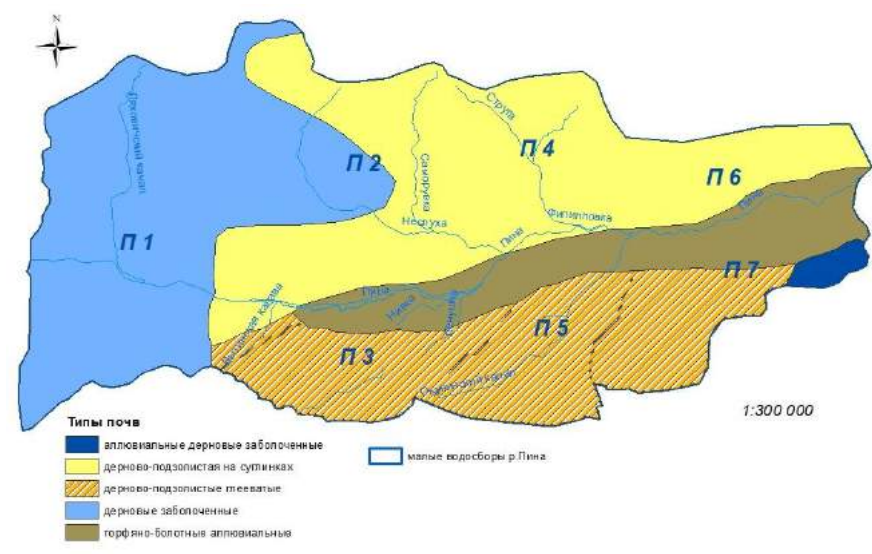


Рисунок 2. – Типы ландшафтов бассейна р. Пина

В почвенном покрове доминируют автоморфные почвы. Они представлены дерново-подзолистыми на суглинках (северо-восточная часть бассейна), а также дерново-подзолистыми глееватыми почвами, расположенными в юго-восточной части водосбора (рисунок 3). Полугидроморфные почвы представлены дерновыми заболоченными почвами (значительный участок, расположенный в западной части бассейна) и аллювиальными дерновыми заболоченными почвами (небольшой участок на востоке). Гидроморфные почвы занимают прирусловую пойму и надпойменные террасы долины р. Пина и представлены торфяно-болотными аллювиальными почвами.

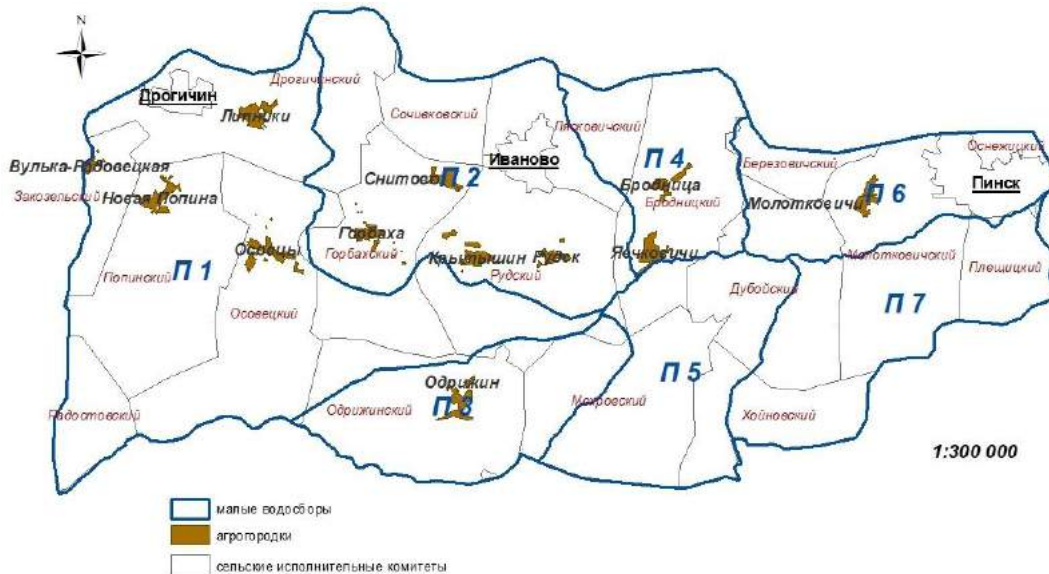


**Рисунок 3. – Типы почв бассейна р. Пина**

Климат территории умеренно континентальный мягкий, с умеренно теплым летом и нехолодной зимой. Средняя температура июля +18,8 °С, января –4,4 °С. Среднегодовое количество осадков составляет 550 мм.

В системе геоботанического районирования бассейн реки Пина расположен в подзоне широколиственно-хвойных лесов Бугско-Полесского округа в Бугско-Припятском районе.

Территория водосбора реки Пина расположена на территории трех административных районов (Дрогичинский, Ивановский, Пинский) Брестской области. Население проживает в 120 населенных пунктах, из которых один город областного подчинения (Пинск), два города районного подчинения (Иваново, Дрогичин), 11 агрогородков, 107 деревень, один поселок (Садовый), выделяется 22 сельских исполнительных комитета (рисунок 4).



**Рисунок 4. – Административно-территориальное деление бассейна р. Пина**

В ходе исследования показателей природных средообразующих факторов были выявлены следующие различия (рисунок 5). Густота русловой сети варьирует от 1,1 до 2,7 км/км<sup>2</sup>. Наибольшие показатели присущи малым водосборам П1 и П3. Территория характеризуется высокой степенью мелиорированности, водосбор П1 является наибольшим по площади. Наименьшие показатели наблюдаются на водосборах П2 и П4 и составляют 1,1–1,3 км/км<sup>2</sup>.

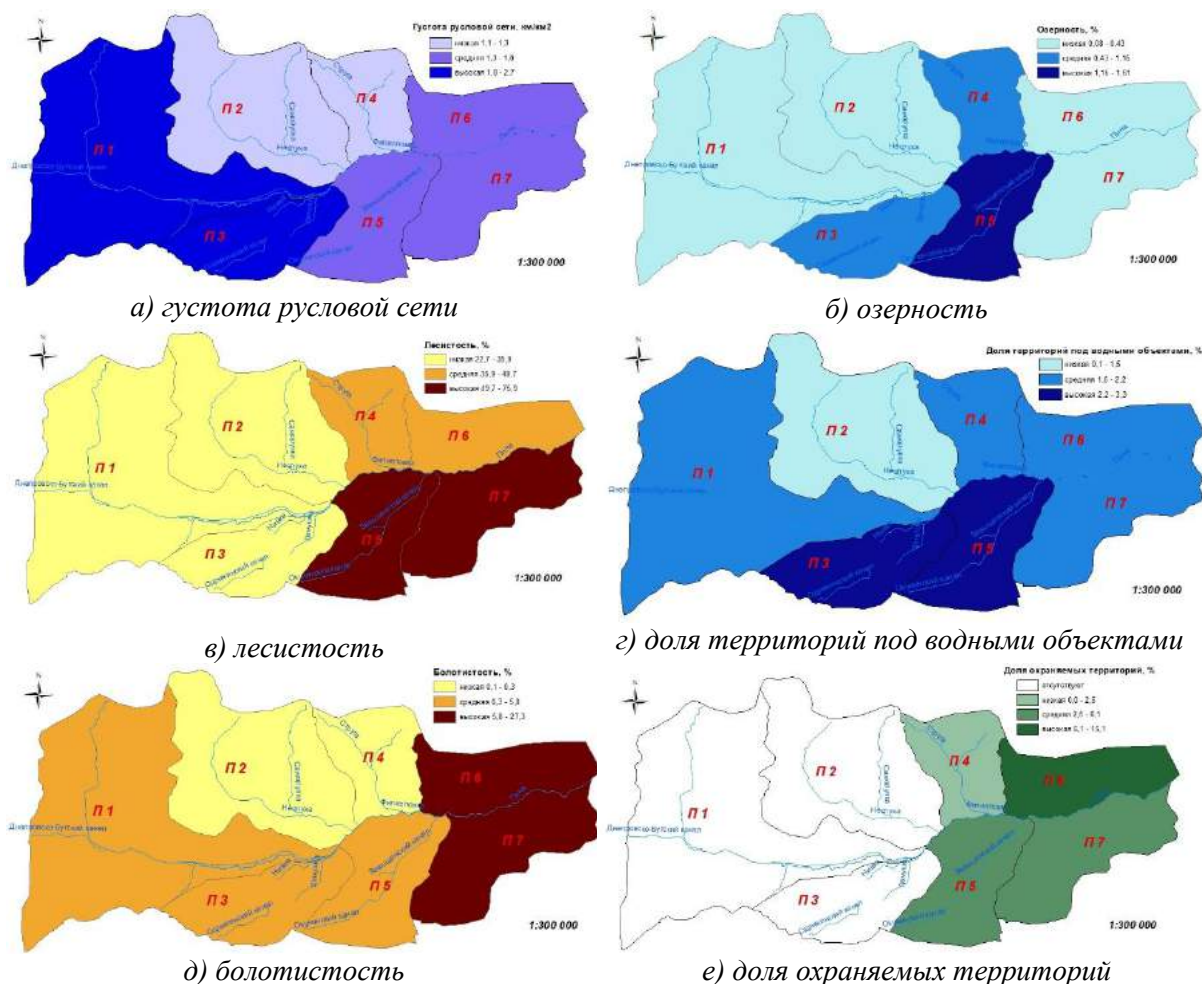


Рисунок 5. – Распределение показателей природных средообразующих факторов

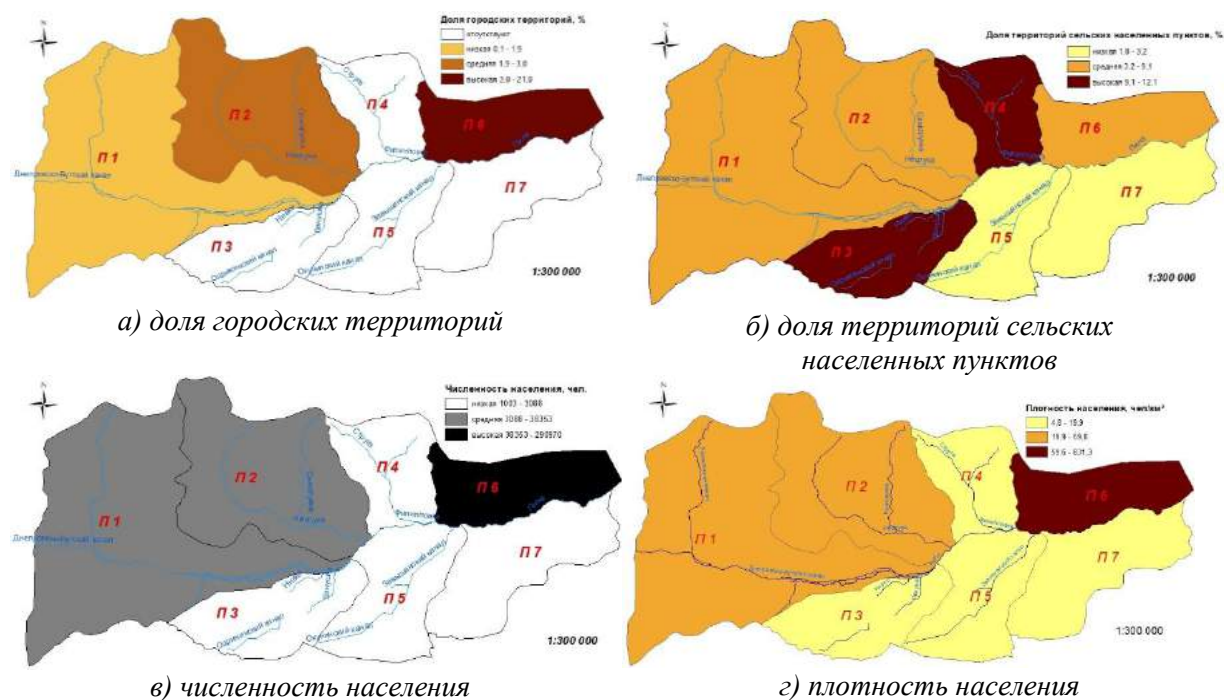
Озерность исследуемой территории варьирует от 0,08 до 1,61 %. В целом на территории водосборного бассейна озер очень мало и, как правило, они небольшие по площади. Самым крупным является оз. Песчаное, расположенное на водосборе П3, и его площадь едва превышает 2 км<sup>2</sup>. Наиболее «озерным» является водосбор П5, и представлен он более 15 озерами, из которых самыми большими по площади являются озера Завищанское, Красень, Окунино и Безыменник. Наименьшие показатели озерности характерны для водосборов П1, П2, П6 и П7 и составляют менее 0,43 %.

Показатели лесистости изменяются от 22,7 до 75,9 %. По водосбору реки Пина средняя лесистость составляет 39,8 %. Наибольшая площадь лесных фитоценозов характерна для водосборов П5 (75,9 %, 159 500 га) и П7 (60,5 %, 143 600 га). Эти территории характеризуются наименьшим показателем селитебной освоенности, плотность населения составляет 4,8–6,0 чел/км<sup>2</sup>, следовательно, территория в сравнении с другими малыми водосборами характеризуется наименьшей антропогенной освоенностью. Наименьшие показатели лесистости наблюдаются на водосборе П1 (22,7 %), П2 (32,5 %) и П3 (35,9 %).

Наиболее заболоченной является восточная часть бассейна Пины. Территории водосборов П6 (27,3 %) и П7 (20,0 %) почти на четверть заняты болотными экосистемами. Наименьшими показателями болотистости характеризуются водосборы П4 (0,1 %) и П6 (0,3 %).

Охраняемые территории представлены заказниками местного значения. Наибольшая доля охраняемых территорий (15,1 %) характерна для водосбора П6. На водосборах П1, П2 и П3 охраняемые территории отсутствуют.

Распределение демографических показателей представлено на рисунке 6. Самым урбанизированным является водосбор П6 с показателем 21 %. Здесь расположен г. Пинск, который является городом областного подчинения и административным центром Пинского района. Город Иваново лежит на водосборе П2, а Дрогичин – на водосборе П1. На водосборах П3, П4, П5 и П7 урбанизированные ландшафты отсутствуют.



**Рисунок 6. – Распределение демографических показателей**

Сельские населенные пункты присутствуют на всех исследуемых водосборах, но наибольшая их площадь представлена на водосборе П3 (12,1 %). Здесь расположены 13 сельских населенных пунктов с общим количеством населения 2 651 человек. Самыми крупными населенными пунктами являются д. Мохро с населением 985 человек, аг. Одрижин (689 человек) и д. Баландичи (210 человек).

На водосборе П4 доля сельских населенных пунктов составляет 10,4 %, а количество населения 2 088 человек. Крупнейшими сельскими населенными пунктами являются аг. Ячковичи (1 027 человек), аг. Бродница (477 человек) и д. Ляховичи (384 человек).

Наименьшими показателями сельских населенных пунктов характеризуются водосборы П7 (1,8 %). На водосборе находятся 8 сельских населенных пунктов, а общее количество сельского населения водосбора составляет 1 433 человека.

В пределах исследуемой территории проживает 219,1 тыс. человек. Причем доля городского населения составляет 169,3 тыс. человек (77,3 %), что указывает на очень высокий уровень урбанизации. Наибольшее количество населения насчитывается

на водосборе П6 (более 148 тыс. человек). Здесь расположен г. Пинск. Примечательно, что, начиная с 1975 г. и по настоящее время на исследуемой территории и в целом в Республике Беларусь наблюдается активное развитие процессов урбанизации. Согласно материалам переписи населения, в 1959 г. в г. Пинске проживало 41 548 человек, в г. Иваново – 3 900 человек, в г. Дрогичине – 3 500 человек; в настоящее время в г. Пинске насчитывается 138 тыс. человек, в г. Иваново – 16,4 тыс. человек, в г. Дрогичине – 14,9 тыс. человек.

Рост населения наблюдается и в некоторых сельских населенных пунктах, расположенных в непосредственной близости от данных городов. Ярким примером этому являются д. Галево и аг. Молотковичи, которые расположены недалеко от г. Пинска. По данным переписи 2009 г., население в д. Галево составляло 2 468 человек, а в аг. Молотковичи – 1 882 человека, в 2018 г. население составило 3 754 человека и 2 118 человек соответственно. В д. Лясковичи, которая расположена недалеко от г. Иваново, в 2009 г. население насчитывало 1 359 человек, а в 2018 г. – 1 380 человек. В остальных населенных пунктах (а это преимущественно небольшие деревни с количеством населения до ста человек) наблюдается уменьшение количества жителей.

Наиболее заселенными являются центральная и северная часть водосбора, наименьшая концентрация населенных пунктов наблюдается в юго-восточной части исследуемой территории. Наименьшее количество населения характерно для водосбора П5 (1 003 человека) и П7 (1 433 человека).

Регион характеризуется высокой степенью антропогенной и хозяйственной освоенности. Средняя плотность населения составляет 109 человек на 1 км<sup>2</sup> (средний показатель для Беларуси – 45 человек на 1 км<sup>2</sup>, для Брестской области – 42 человека на 1 км<sup>2</sup>).

По данным переписи 2009 г. население водосбора составляло 212,1 тыс. человек, в 2018 г. – 219,1 тыс. человек. Наибольшая плотность населения характерна для водосбора П6 (831,3 человек на 1 км<sup>2</sup>), собственно, здесь и насчитывается наибольшее количество населения в сравнении с другими водосборами. Наименьший показатель плотности населения характерен для водосборов П5 и П7 и составляет соответственно 4,8 и 6,0 человека на 1 км<sup>2</sup> [2].

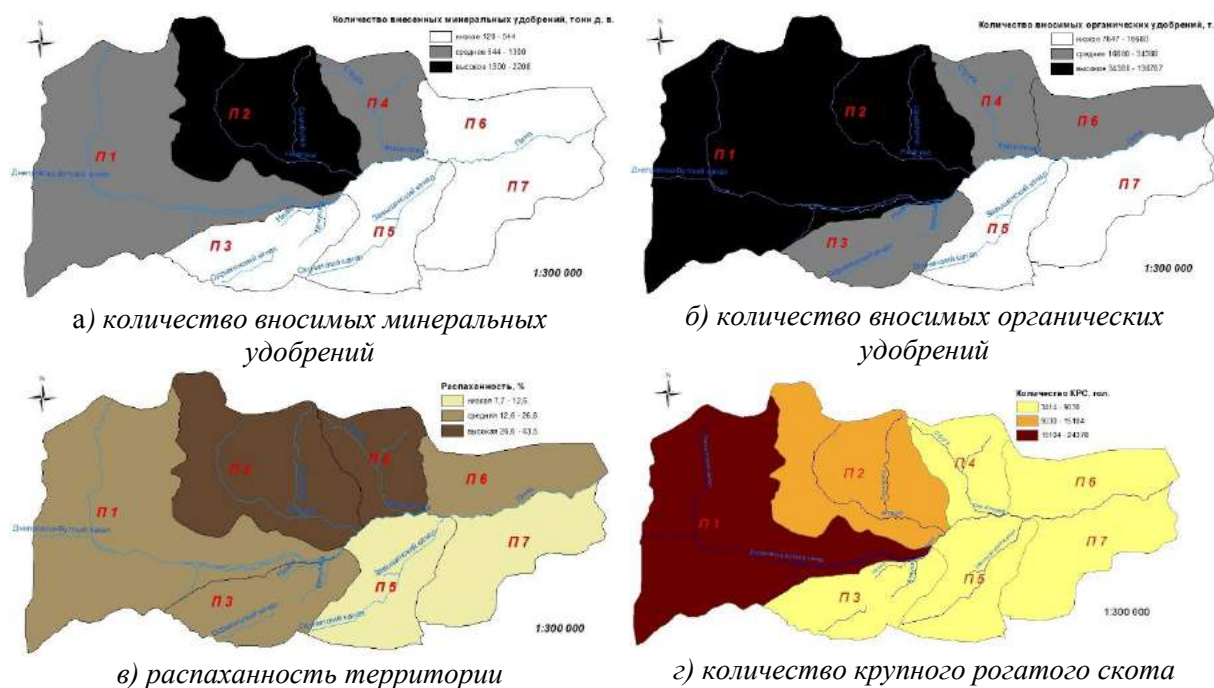
Автомобильные дороги оказывают влияние на гидрологический режим малых водосборов. Наибольший показатель густоты автомобильных дорог характерен для водосбора П6 (8,1 км/км<sup>2</sup>). Здесь расположен г. Пинск и другие крупные сельские населенные пункты (д. Галева, аг. Молотковичи, п. Садовый, д. Домашицы), что и повлияло на развитие транспортной инфраструктуры. Менее всего линейные транспортные объекты представлены на водосборах П1 (1,0 км/км<sup>2</sup>) и П7 (1,3 км/км<sup>2</sup>).

Исследуемая территория характеризуется высоким показателем сельскохозяйственной освоенности (рисунок 7). В пределах водосбора расположено 30 предприятий агропромышленного комплекса и свыше 20 фермерских хозяйств. В сельскохозяйственной отрасли занято свыше 50 % от общего числа работающих в сфере материального производства.

В животноводстве регион специализируется на производстве молока и мяса, в растениеводстве – на выращивании зерновых культур, сахарной свеклы, рапса, картофеля, а также на кормопроизводстве. На долю пашни приходится свыше 50 % территории водосбора, причем свыше 65 % пашни – это мелиорированные территории.

Наибольшими площадями пахотных угодий характеризуются водосборы П2 (43,5 %) и П4 (33,5 %). Наименьшая степень распаханности отмечена в водосборах П5 (7,7 %) и П7 (12,6 %). Эти водосборы претерпели наименьшие антропогенные воздействия, и в земельном фонде водосборов доминируют природные экосистемы (болота, лес, луга).



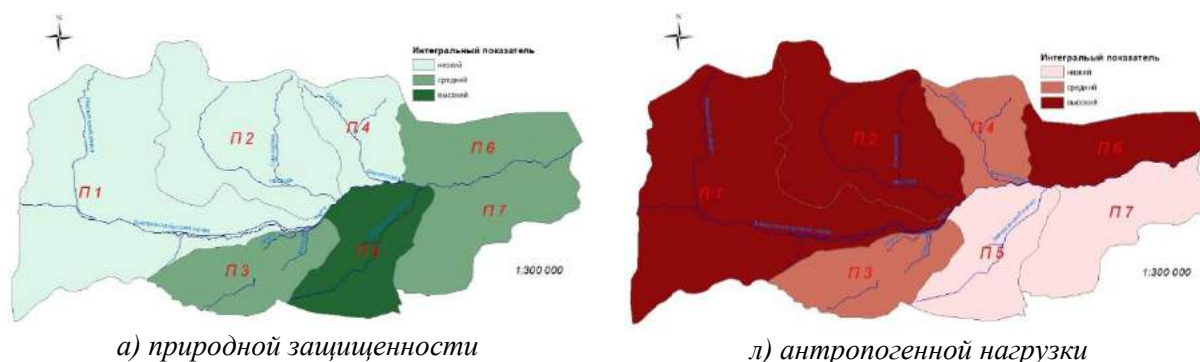


**Рисунок 7. – Распределение сельскохозяйственных показателей**

Сельскохозяйственное производство и активное животноводство негативно влияют на природные экосистемы. Хозяйственная деятельность на водосборах малых рек нарушает естественный круговорот веществ, изменяет потоки биогенных элементов, что приводит к снижению их концентрации в одних местах и накоплению в других. Избыточное поступление биогенных элементов (особенно азота и фосфора) в водоемы и водотоки вызывает их эвтрофирование. Животноводческие сельскохозяйственные предприятия в основном специализируются на разведении крупного рогатого скота. Так, в отдельных хозяйствах количество КРС превышает 5 000 голов (СПК «Осовецкий», ОАО «Горбаха», УП «Ляховичское-Агро», ОАО «Пинский мясокомбинат», ОАО «Заря-Агро»). Наибольшее количество КРС наблюдается на водосборе П1 (24,4 тыс. голов), а наименьшее – в пределах водосборов П5 (3,4 тыс. голов) и П4 (4,4 тыс. голов).

В растениеводстве активно используются минеральные и органические удобрения. В отдельных хозяйствах они вносятся в большом количестве. Так, свыше 10 т органических удобрений на 1 га пахотных угодий вносят СПК «Осовецкий», ОАО «Снитово-Агро», КСУП «Племенной завод Закозельский», ОАО «Оснежицкий», ОАО «Машеровский». Более 200 кг действующего вещества на один га сельхозугодий минеральных удобрений (азотные, фосфорные и калийные) вносят в УП «Ляховичское-Агро», СПК «Осовецкий», ОАО «Пинский мясокомбинат», ОАО «Машеровский», ОАО «Оснежицкое». Наибольшее количество минеральных удобрений попадает в почву в пределах водосборов П2 (2,2 тыс. т д. в.), а менее всего на водосборе П7 (120 т д. в.) Зачастую сельскохозяйственными организациями не соблюдаются надлежащие условия по хранению, транспортировке и внесению удобрений. Это приводит к их накоплению в почве с последующим поступлением в поверхностные и грунтовые воды. Нередко органические удобрения хранятся в пределах водоохраных зон, в связи с чем и представляют наибольшую экологическую опасность. Наибольшее количество органических удобрений вносится в почву в пределах водосбора П2 (136,8 тыс. т) и П1 (99,4 тыс. т), менее всего на водосборах П5 (7,6 тыс. т) и П7 (16,7 тыс. т).

На основе трехинтервального ранжирования природных средообразующих и антропогенных оценочных показателей были рассчитаны общие положительный и отрицательный показатели, представленные на рисунке 8.



**Рисунок 8. – Распределение интегральных показателей комплексной оценки**

Наибольшим показателем природной защищенности территории является малый водосбор П5. Водосборы П3, П6, П7 имеют средний показатель, а водосборы П1, П2 и П4 характеризуются низкой степенью защищенности.

По данным показателей антропогенной нагрузки три малых водосбора имеют высокую степень антропогенной преобразованности (П1, П2, П6). Водосборы П3 и П4 имеют средний показатель, а водосборы П5 и П7 испытывают наименьшие антропогенные нагрузки.

### **Заклучение**

На основе проведенного анализа по оценке природной защищенности и антропогенной нагрузке на территорию малых водосборов р. Пина можно сделать следующие выводы.

1. Бассейн р. Пина является уникальным объектом для геоэкологического исследования с применением ГИС-технологий. Регион характеризуется ландшафтным, почвенным, геоботаническим и зоогеографическим разнообразием.

2. В исследуемой работе был применен бассейновый подход и впервые проведено гидрографическое районирование бассейна р. Пина, выделены семь частных малых водосборов (суббассейнов), проанализирован и оцифрован картографический материал, собраны статистические данные, создана довольно объемная база данных по различным физико-географическим, социально-экономическим и эколого-гидрографическим показателям.

3. В работе впервые изучен природно-ресурсный потенциал малых водосборов реки Пина, проведена оценка степени природной защищенности территории малых водосборов, а также выявлены основные антропогенные факторы, проведена их качественная и количественная оценка.

4. Согласно полученным данным, было выявлено, что наиболее напряженная экологическая ситуация характерна для трех малых водосборов р. Пина. Причем эти суббассейны характеризуются также и низкими показателями природной защищенности территории. Следовательно, на данных малых водосборах необходимо снизить антропогенную нагрузку, изменить существующую систему природопользования.

5. Исследуемый регион обладает достаточным природно-ресурсным потенциалом и имеет хорошо развитую туристическую инфраструктуру. Вблизи Днепровско-Бугского канала и р. Пина расположено более десяти туристических объектов (агроусадьбы, базы отдыха и т. д.), что является хорошей предпосылкой для развития на территории

агротуризма. Водные объекты могут быть использованы для сплава на байдарках, каноэ, катамаранах, плотках, а также малогабаритных судах.

Полученные в ходе исследования данные будут использованы для дальнейших исследований, а также в планировании территории и землеустройстве. Для органов разного уровня управления практическая значимость исследования выражается в рекомендациях по интенсивности использования земель, выбору оптимального направления дальнейшего развития, ориентированного на сбалансированное экологически безопасное землепользование и устойчивое развитие территории. Предложения по совершенствованию региональной системы управления природопользованием и природоохранной деятельностью будут полезны для районных инспекций природных ресурсов и охраны окружающей среды, для работников землеустроительных служб, сельскохозяйственных предприятий. Результаты исследований могут быть также использованы в учебном процессе при подготовке студентов-географов, геоэкологов и экологов высших учебных заведений Республики Беларусь.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ясинский, С. В. Геоэкологический анализ антропогенных воздействий на водосборы малых рек / С. В. Ясинский // Изв. АН. Сер. геогр. – 2000. – №4. – С. 74–82.
2. Брестская область в цифрах. 2018. – Минск : Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2018. – 88 с.
3. Нацыянальны атлас Беларусі / Кам. па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь. – Мінск, 2002. – 292 с.
4. Мухина, Л. И. Принципы и методы технологической оценки природных комплексов / Л. И. Мухина. – М. : Наука, 1973. – 96 с.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 11.02.2020

#### ***Okoronko I. V. Assessment of the Anthropogenic Load on the Pina River Catchment Using GIS Technologies***

*The article presents methods for assessing anthropogenic factors and a comprehensive assessment of the ecological status of small catchments of the Pina River using GIS technologies. The Pina River is a unique object for geoecological research. It is located in the southeastern part of the Brest region within the three administrative regions and among the majority of other small rivers of Belarus it is characterized by the least anthropogenic transformation. The paper considers the results of a study of the geoecological state of private watersheds by assessing various indicators of anthropogenic impact and assessing the resistance of private watersheds to anthropogenic pressures.*