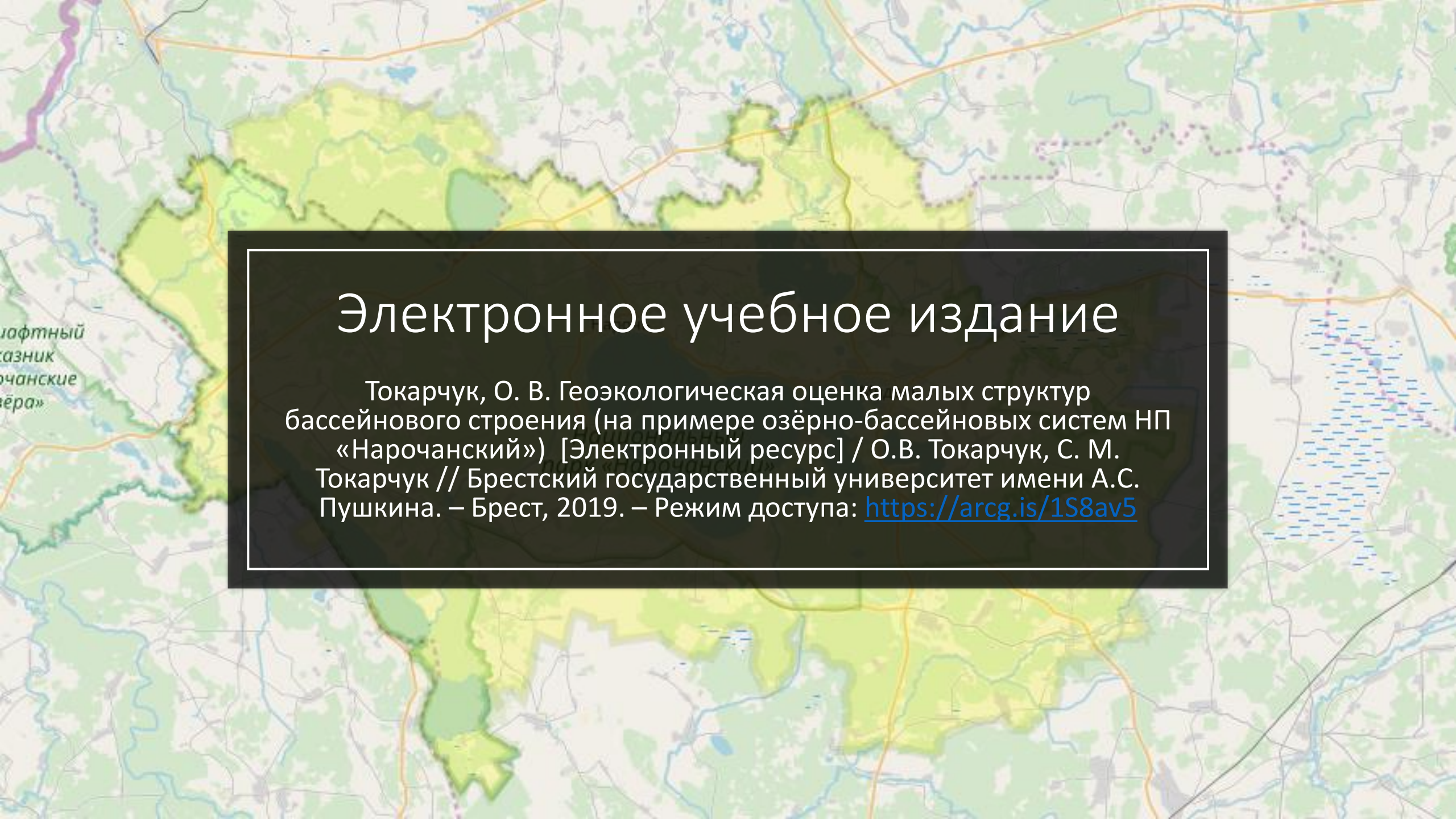




Электронное учебное издание

Токарчук, О. В. Геоэкологическая оценка малых структур бассейнового строения (на примере озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский») [Электронный ресурс] / О.В. Токарчук, С. М. Токарчук // Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина. – Брест, 2019. – Режим доступа: <https://arcg.is/1S8av5>



Геоэкологическая оценка малых структур бассейнового строения

на примере озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский»





Авторы

Токарчук Олег Васильевич - кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

Токарчук Светлана Михайловна - кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

Рецензенты

Кольмакова Е.Г. - заместитель декана по учебной работе факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент

Шпока И.Н. - доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета кандидат географических наук, доцент

Выходные данные

Токарчук, О. В. Геоэкологическая оценка малых структур бассейнового строения (на примере озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский») [Электронный ресурс] / О.В. Токарчук, С. М. Токарчук // Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина. – Брест, 2019. – Режим доступа: <https://arcg.is/1S8av5>.



Описание

Электронное учебное издание «Геоэкологическая оценка малых структур бассейнового строения (на примере озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский»)» используется для поддержки преподавания курса «Геоэкология» по специальности 1-31 02 01-02 «География (научно-педагогическая деятельность)».

Приложение включает: введение, основную часть, которая состоит из шести разделов (этапы, объект, структура, система расчета, компонентная оценка, комплексная оценка), заключение, литературу и перечень авторских публикаций по данной теме.

Тематическое содержание работы включает (1) структуру исследования с перечнем всех критериев и показателей в виде блок-схемы; (2) описание методики исследования по основным этапам; (3) таблицы с первичными, промежуточными и итоговыми показателями в балльном выражении; (4) картографическое веб-приложение с промежуточными и итоговыми интерактивными оценочными картами, выполненными на уровне озёрно-бассейновых систем; (5) краткую характеристику результатов исследования с описанием, основных факторов и причин, обусловивших полученные данные.

Издание может быть использовано также в научно-исследовательской деятельности студентов (при написании курсовых, дипломных работ, магистерских диссертаций).



Описание

Электронное учебное издание «Геоэкологическая оценка малых структур бассейнового строения (на примере озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский»)» используется для поддержки преподавания курса «Геоэкология» по специальности 1-31 02 01-02 «География (научно-педагогическая деятельность)».

Приложение включает: введение, основную часть, которая состоит из шести разделов (этапы, объект, структура, система расчета, компонентная оценка, комплексная оценка), заключение, литературу и перечень авторских публикаций по данной теме.

Тематическое содержание работы включает (1) структуру исследования с перечнем всех критериев и показателей в виде блок-схемы; (2) описание методики исследования по основным этапам; (3) таблицы с первичными, промежуточными и итоговыми показателями в балльном выражении; (4) картографическое веб-приложение с промежуточными и итоговыми интерактивными оценочными картами, выполненными на уровне озёрно-бассейновых систем; (5) краткую характеристику результатов исследования с описанием, основных факторов и причин, обусловивших полученные данные.

Издание может быть использовано также в научно-исследовательской деятельности студентов (при написании курсовых, дипломных работ, магистерских диссертаций).



Дополнительные сведения

Работа выполнялась в рамках научно-исследовательской работы *«Комплексная геоэкологическая оценка современного состояния озерно-бассейновых систем национального парка «Нарочанский»* согласно договору с ГПУ «НП «Нарочанский» № 3 от 21.09.2016 (№ госрегистрации 20164315)

Этап 2019 г. – *«Проведение комплексной геоэкологической оценки современного состояния озёрно-бассейновых систем с разработкой пространственно-временной модели для целей прогноза их экологического состояния»*

Объектом исследования являются озерно-бассейновые системы Национального парка (НП) «Нарочанский».

Цель работы – комплексная геоэкологическая оценка современного состояния озерно-бассейновых систем НП «Нарочанский».

Основные **результаты** годового этапа работы:

1. На основе анализа литературных источников и адаптации методик геоэкологической оценки состояния озёр, основывающихся на характеристиках их аквальных комплексов и результатах изучения природных средообразующих факторов и факторов антропогенной нагрузки поверхностных водосборов, разработана методика комплексной геоэкологической оценки современного состояния озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский» в разрезе обоснованных типологических единиц (малых водосборов, приречий и приозерий) в пределах собственно земель парка и прилегающей к ним территории внешней охранной зоны.

2. Основываясь на характеристиках аквальных комплексов озёр и результатах изучения природных средообразующих факторов и факторов антропогенной нагрузки их поверхностных водосборов, проведена комплексная геоэкологическая оценка современного состояния озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский» в разрезе обоснованных типологических единиц (малых водосборов, приречий и приозерий) в пределах собственно земель парка и прилегающей к ним территории внешней охранной зоны, а также группировка озёр по результатам исследований.

3. Основываясь на комплексной геоэкологической оценке современного состояния озёрно-бассейновых систем НП «Нарочанский» в разрезе обоснованных типологических единиц (малых водосборов, приречий и приозерий) в пределах собственно земель парка и прилегающей к ним территории внешней охранной зоны, а также на группировке озёр по результатам исследований, обоснованы и картированы адресные предложения по снижению потенциальных рисков для аквальных комплексов озёр парка.

4. Разработана пространственно-временная модель озёрно-бассейновых систем для целей прогноза их экологического состояния, направленная на учёт и обобщение динамики характеристик природных средообразующих факторов и факторов антропогенной нагрузки их поверхностных водосборов.



Введение

В XX веке одним из основных компонентов ландшафтов Беларуси, испытавшим на себе антропогенную трансформацию, стал водный компонент. Таким образом значительную актуальность приобретают работы направленные на изучение влияния хозяйственной деятельности человека на водные объекты и прилегающие к ним территории. Объектом исследования в данных работах чаще всего выступают бассейновые структуры.

Бассейновый подход в настоящее время рассматривается как совокупность приемов в географических и экологических исследованиях, в основу которой положено представление о непрерывности географической оболочки, где в качестве основного интегрирующего фактора выступает водный сток [9].

Теоретической основой бассейнового подхода является представление о бассейне реки как особой геосистеме [10]. В нем отмечена специфика рассмотрения водосбора как системы: с одной стороны как обычной географической системы, одной из главных функций которой выступает односторонне направленный водный поток; с другой стороны – как системы, где центральное место занимает гидрологическая подсистема, а все природные условия исследуются в аспекте их влияния на водные объекты.



Активное хозяйственное освоение поверхности речных водосборов и антропогенная трансформация гидрографической среды приводят к формированию особых природно-хозяйственных геосистем бассейнов рек и озер. На водный сток в их пределах влияют как природные, так и антропогенные факторы. Ввиду этого водные бассейны освоенных территорий являются интересным объектом для исследования. Наибольший интерес в этом отношении представляют бассейны небольших водных объектов, целиком расположенные в пределах изучаемых территорий.

В современной географической науке широкое распространение получили комплексные оценочные исследования.

Сущность подобных исследований заключается в покомпонентном анализе природно-территориальных либо антропогенных комплексов различных рангов. Среди данных работ значительное место занимают работы по комплексной оценке экологического состояния поверхностных вод [1, 2, 3, 4].

Объектом исследований в таких работах чаще всего выступает речной бассейн, а оценочными единицами – природно-территориальные комплексы в ранге речных водосборов различных порядков [5, 6, 7, 8].

Сущность комплексной оценки заключается в рассмотрении всех составляющих анализируемых территориальных единиц (социальной, хозяйственной и природной) и их взаимосвязей, а также пространственно-временной приуроченности, учитывающей всю иерархию территориальных систем. Кроме того, характерной чертой комплексных оценок является их конструктивная направленность на решение экологических проблем.

Цель работы – разработка методики геоэкологической оценки состояния малых водосборов территории национального парка (на примере Национального парка «Нарочанский»).



Этапы исследования

Геоэкологическая оценка малых структур бассейнового строения национального парка «Нарочанский» включает девять основных этапов.





Объект исследования

Одним из наиболее важных и сложных элементов при выполнении оценочной работы выступает разработка и обоснование методики исследования. Методические основы реализации настоящей работы рассматриваются в первых пяти этапах выполнения исследования.

На первых двух этапах исследования был выполнен выбор и обоснование территории и территориальных единиц оценки.

Территорией оценочного исследования была выбрана

*собственно территория национального парка
«Нарочанский» и прилегающая к ней территория
внешней охранной зоны*

Национальный парк «Нарочанский» – один из четырех национальных парков Республики Беларусь.

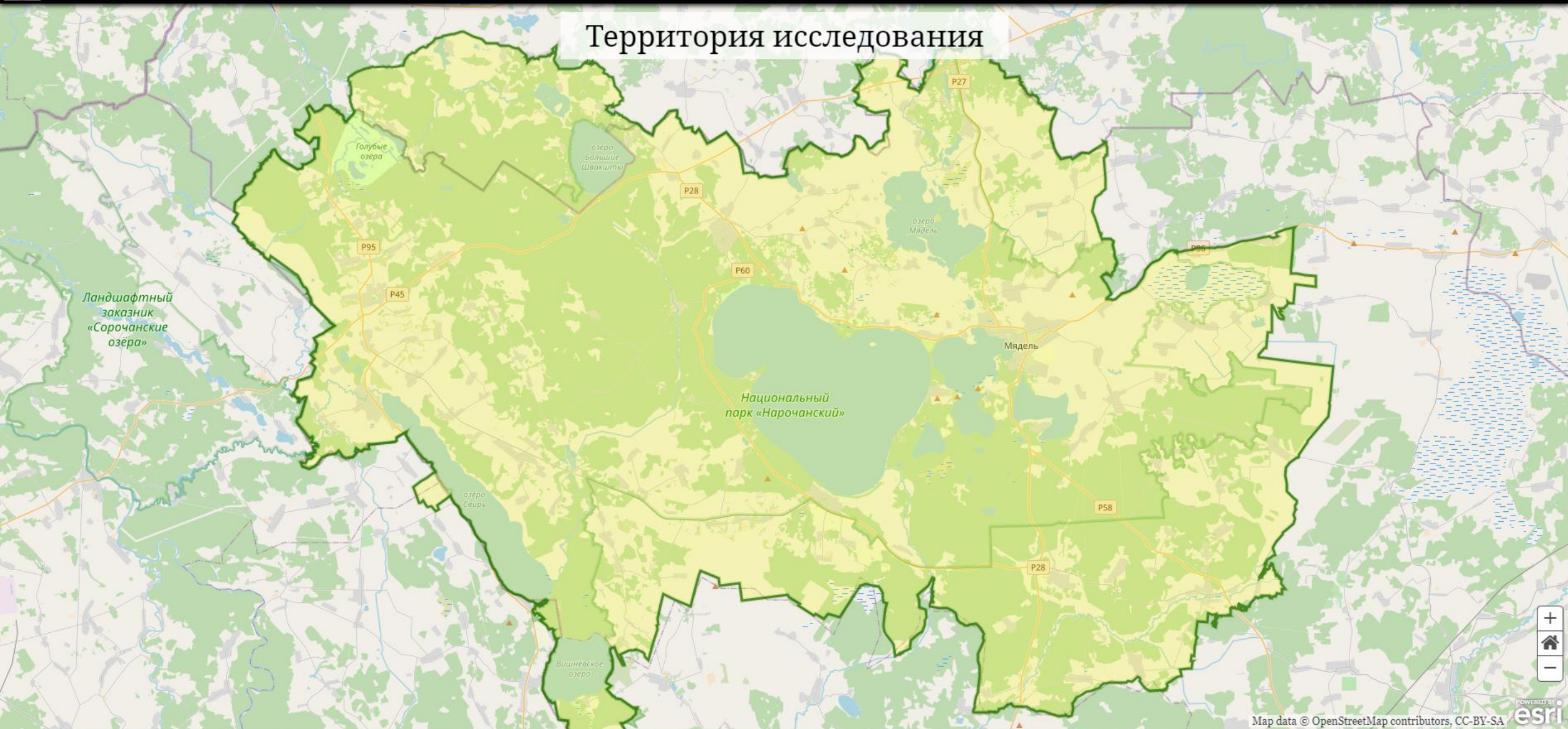
Национальный парк был объявлен Указом Президента Республики Беларусь № 447 от 28 июля 1999 года в целях сохранения уникальных природных комплексов, объединенных озером Нарочь, как эталона природных ландшафтов, хранилища генетического фонда растительного и животного мира Белорусского Поозерья и их более полного и эффективного использования в процессе природоохранной, научной, просветительской, туристической, рекреационной и оздоровительной деятельности [19].

В настоящее время Национальный парк располагается в северо-западной части Минской области на территории Мядельского (96,0%) и частично Вилейского районов (2,0%), на территории Поставского района Витебской области (1,7%) и на территории Сморгонского района Гродненской области (0,3%).

Протяженность Национального парка с севера на юг составляет 34 км, с запада на восток – 59 км, его общая площадь – 871,35 кв. км.



Территория исследования





Территориальной оценочной единицей выступали

малые структуры бассейнового строения

К настоящему времени в научной литературе сложилось общее представление об **озёрно-бассейновых системах** как *сложных геосистемах, объединяющих природный аквальный комплекс озера и природный (природно-антропогенный) комплекс поверхностного водосбора* [11–17].

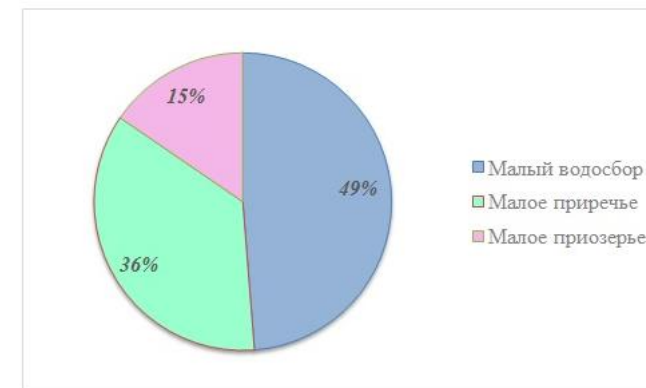
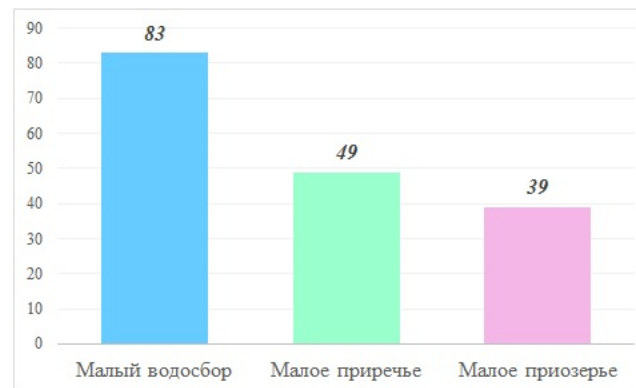
Следует отметить, что в Республике Беларусь большинство научных исследований в рамках бассейнового подхода направлено на изучение речных бассейнов, а бассейны озёр включены в состав той или иной речной системы. Во многом это связано с тем, что данные исследования проводятся на региональном либо республиканском уровнях. Безусловно, выделение на таком уровне обособленных озёрных бассейнов представляется достаточно схематичным, а зачастую в нем просто нет необходимости. В то же время, очевидно, что именно водные объекты с замедленным водообменном наиболее подвержены негативным воздействиям в результате хозяйственного освоения их поверхностных водосборов, которые необходимо учитывать. При этом наибольшую практическую значимость имеет изучение сложноорганизованных озёрных групп, дренируемых речными системами и испытывающих на себе комплекс разнонаправленных хозяйственных воздействий. Дополнительный импульс к изучению данных проблем обусловлен природоохранным и рекреационным статусом многих озёрных систем Беларуси.

Ввиду этого, наибольший интерес в качестве модельных объектов для проведения подобных исследований представляют территория Национального парка (НП) «Нарочанский».



В ходе реализации предыдущего этапа исследований нами были обоснованы типологические единицы строения озёрно-бассейновых систем – малые водосборы, приречья и приозерья [18].

Всего была выделена 171 малая структура бассейнового строения (МСБС), в том числе 83 малых водосборов, 49 – малых приречий и 39 – малых приозерий.



Каждой структуре был присвоен порядковый номер с точки зрения последовательности в формировании поверхностного стока с исследуемой территории. Структуры были сгруппированы в системы 1-го, 2-го и 3-го порядков. Это создало надежную и научно-обоснованную основу для накопления оперативной информации о хозяйственном освоении территории водосборов озер и факторах риска для естественного развития их природных аквальных комплексов.

Наибольшую площадь в пределах территории оценки занимают малые водосборы, наименьшую - малые приозерья.



Малые структуры бассейнового строения





В то же время отдельные структуры бассейнового строения являются трансграничными по отношению к изучаемой территории, причем основная часть данных структур находится за пределами территории парка и его внешней охранной зоны. Таким образом, данные структуры были исключены из списка оценочных единиц, т.к. их использование может вызвать искажение результатов оценки.

В качестве факторов определяющих исключение рассматривались следующие:

1. Малые структуры бассейнового строения, которые незначительной своей частью, менее 10%, или несколькими частями менее 10% находятся в пределах исследуемой территории;
2. Малые структуры бассейнового строения, которые менее чем на половину находятся в пределах исследуемой территории, а сток с территории данной структуры направлен за пределы исследуемой территории (как непосредственно с данной структуры, так и опосредованный влиянием других территорий в пределах собственно территории парка и внешней охранной зоны).

Для других трансграничных по отношению к исследуемой территории бассейновых структур, которые не были исключены из оценки, проводилось отдельное оценочное исследование.

В итоге, геоэкологическая оценка выполнялась в пределах **117 основных** структур бассейнового строения и **23 трансграничных** по отношению к исследуемой территории структур.



В итоге, геоэкологическая оценка выполнялась в пределах **117 основных** структур бассейнового строения и **23 трансграничных** по отношению к исследуемой территории структур.

Из оценки в целом была исключена 31 структура бассейнового строения.

Тип	Описание	Количество структур	Площадь (км²)		
			min	max	средняя
Основные	Основные структуры бассейнового строения, участвующие в оценке	117	0,22	31,18	7,24
Трансграничные по отношению к исследуемой территории структуры:					
Тип 1	участвующие в отдельной оценке	23	0,90	28,56	8,46
Тип 2a	исключённые из оценки по причине раздробленности и незначительности доли структуры в пределах исследуемой территории от её общей площади	20	0,19	9,36	2,08
Тип 2б	исключённые из оценки по причине нахождения основной части структуры за пределами исследуемой территории и внешней направленности стока	11	1,49	34,01	11,11

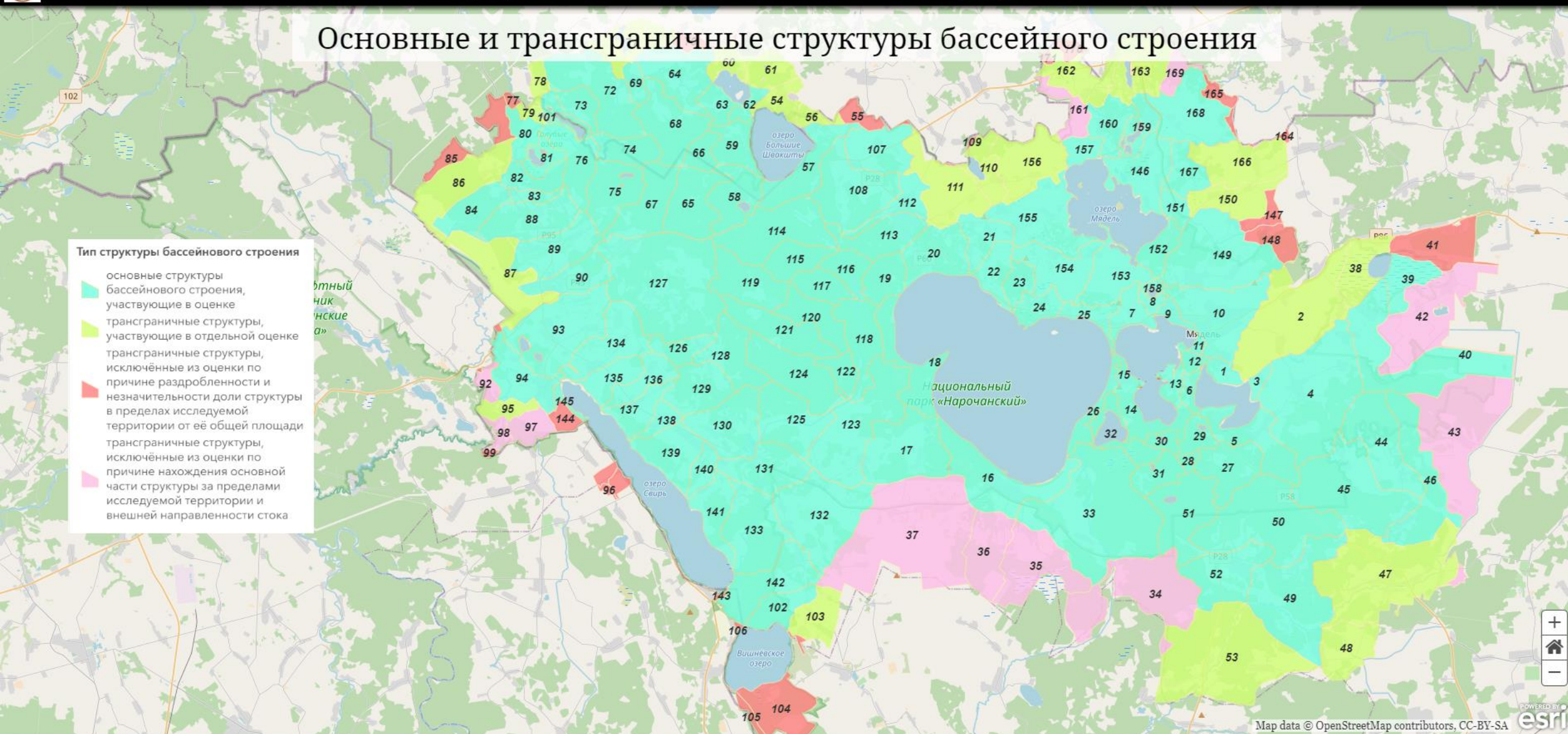
Таким образом, общая площадь оцениваемой территории занимает 847,6 квадратных километров, что составляет **70,3%** от исследуемой территории.



Основные и трансграничные структуры бассейнового строения

Тип структуры бассейнового строения

- основные структуры бассейнового строения, участвующие в оценке
- трансграничные структуры, участвующие в отдельной оценке
- трансграничные структуры, исключённые из оценки по причине раздробленности и незначительности доли структуры в пределах исследуемой территории от её общей площади
- трансграничные структуры, исключённые из оценки по причине нахождения основной части структуры за пределами исследуемой территории и внешней направленности стока





Структура оценки

На **третьем этапе** была разработана структура оценки, а также выбраны и обоснованы критерии и показатели для выполнения исследования.

Геоэкологическая оценка проводилась на двух уровнях:

- 1) как **покомпонентная оценка** состояния структур бассейнового строения;
- 2) как **комплексная оценка**, которая предполагает вычисление интегрального итогового геоэкологического показателя.

Структура оценки включает два базовых блока:

- 1) оценку **природных экологически значимых характеристик** поверхностных водосборов, которые можно рассматривать как элемент экологической устойчивости водосборов к антропогенному воздействию, т.е. положительную составляющую оценочного исследования;
- 2) оценку **антропогенных экологически значимых характеристик** поверхностных водосборов, которые следует считать элементом потенциальной экологической опасности, т.е. отрицательной составляющей работы.



В дальнейшем, опираясь на особенности оцениваемой территории и специфические признаки озерно-бассейновых систем как типа поверхностных водосборов, был составлен перечень из десяти показателей для каждого из блоков оценки на основании анализа литературных данных [6, 7, 12, 13, 14, 15].

Показатели природных экологически значимых характеристик

Индекс	Название показателя	Описание	Обозначение, или формула	Единица измерения
П1	Длина главного водотока	Длина водотока, принимающего весь либо практически весь поверхностный сток в пределах структуры (в случае наличия такового)	l	км
П2	Суммарная длина русловой сети	Сумма длин всех водотоков (рек, ручьёв, каналов, канав) в пределах структуры	$\sum l$	км
П3	Коэффициент развития водораздельной линии	Преобразованное отношение длины ограничивающей структуру водораздельной линии P (её периметра) к корню квадратному из площади структуры F	$m=0,282 P/\sqrt{F}$	безразмерная величина
П4	Густота русловой сети	Отношение суммы длин всех водотоков в пределах структуры к её площади	$\gamma_F=\sum l/F$	км/км ²
П5	Падение главного водотока	Разница высшей и низшей высотных отметок на главном водотоке в пределах структуры	ΔH	м
П6	Уклон главного водотока	Отношение падения главного водотока ΔH к его длине $l_{\text{г.л.}}$	$i_{\text{г.л.}}=\Delta H/l_{\text{г.л.}}$	‰
П7	Средний уклон склонов	Отношение произведения высоты сечения рельефа h (м) и суммы длин всех горизонталей в пределах структуры $\sum l_{\text{гор}}$ (км) в используемой для нахождения модели рельефа к площади структуры	$I_{\text{ск}}=h\sum l_{\text{гор}}/F$	‰
П8	Коэффициент озёрности	Представляет собой отношение площади озёр в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_{\text{оз}}=(f_{\text{оз}}/F)100$	%
П9	Коэффициент заболоченности	Представляет собой отношение площади болот в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_{\text{б}}=(f_{\text{б}}/F)100$	%
П10	Коэффициент лесистости	Представляет собой отношение площади лесов в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_{\text{лес}}=(f_{\text{лес}}/F)100$	%

Показатели антропогенных экологически значимых характеристик

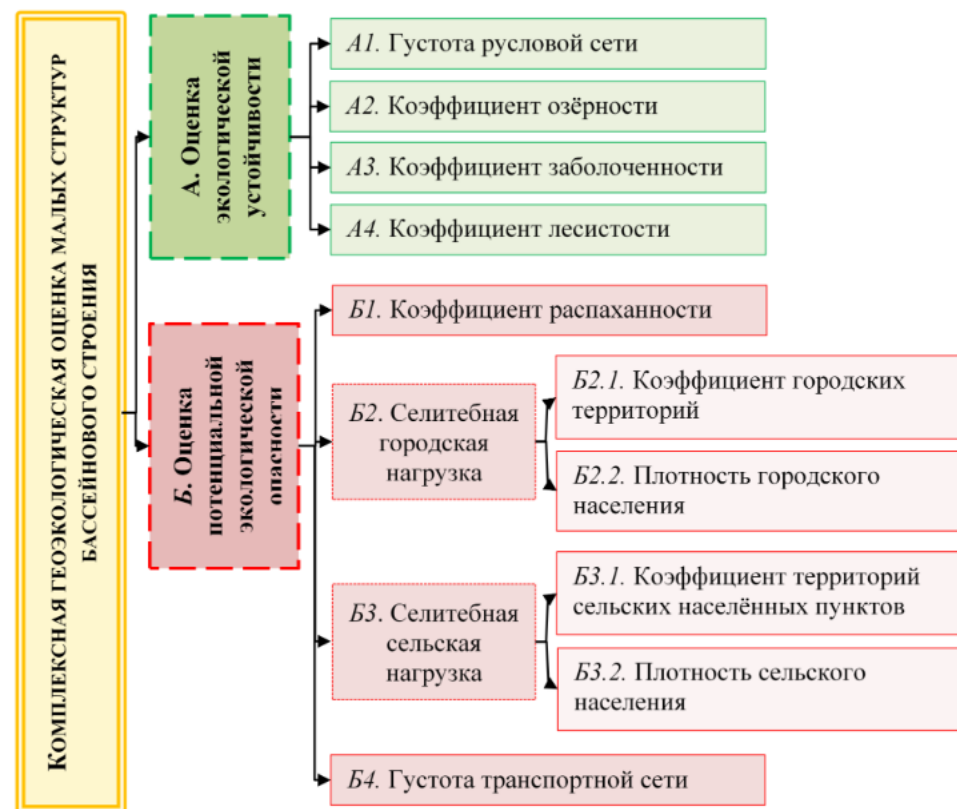
Индекс	Название показателя	Описание	Обозначение, или формула	Единица измерения
A1	<i>Коэффициент распаханности</i>	Представляет собой отношение площади пахотных земель в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_n = (f_n/F)100$	%
A2	<i>Коэффициент городских территорий</i>	Представляет собой отношение площади городских территорий в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_n = (f_{гор}/F)100$	%
A3	<i>Численность городского населения</i>	Представляет собой общее количество проживающего в пределах структуры городского населения	$ЧН_{гор}$	чел
A4	<i>Плотность населения в пределах городских территорий</i>	Представляет собой отношение общего количества проживающего в пределах структуры городского населения к площади структуры, умноженное на 100	$\rho_{гор} = ЧН_{гор} / f_{гор}$	чел/км ²
A5	<i>Коэффициент территорий сельских населённых пунктов</i>	Представляет собой отношение площади сельских территорий в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_{сел} = (f_{сел}/F)100$	%
A6	<i>Численность сельского населения</i>	Представляет собой общее количество проживающего в пределах структуры сельского населения	$ЧН_{сел}$	чел
A7	<i>Число сельских населённых пунктов</i>	Представляет собой общее количество сельских населённых пунктов в пределах структуры	$N_{сел}$	единицы
A8	<i>Средняя величина сельских населённых пунктов</i>	Представляет собой отношение общего количества проживающего в пределах структуры сельского населения к общему количеству сельских населённых пунктов	$\bar{Q}_{сел} = ЧН_{сел}/N_{сел}$	чел
A9	<i>Плотность сельского населения</i>	Представляет собой отношение общего количества проживающего в пределах структуры сельского населения к площади структуры	$\rho_{сел} = ЧН_{сел}/F$	чел/км ²
A10	<i>Густота транспортной сети</i>	Представляет собой отношение суммы длин всех дорог в пределах структуры к её площади	$\gamma_{тр} = \sum l_{дор}/F$	км/км ²



Комплексная геоэкологическая оценка заключалась в получении интегрального геоэкологического показателя состояния малых структур бассейнового строения.

Для получения данного показателя была составлена схема оценки на основании выбора отдельных покомпонентных характеристик и объединения их в отдельные блоки.

Схема геоэкологической оценки малых структур бассейнового строения НП "Нарочанский"



Учитывая, что площади территориальных оценочных единиц значительно отличаются друг от друга, для выполнения интегральной оценки использовались только относительные оценочные показатели. Данный выбор обусловлен тем, что в результате выведения итогового показателя не происходит зависимости полученного результата от площади структуры.

**Показатели оценки природных экологически значимых
характеристик поверхностных водосборов**

Индекс	Название показателя	Описание	Обозначение, или формула	Единица измерения
A1.	Густота русловой сети	Отношение суммы длин всех водотоков в пределах структуры к её площади	$\gamma_F = \sum l / F$	км/км ²
A2.	Коэффициент озёрности	Представляет собой отношение площади озёр в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_{оз} = (f_{оз} / F) 100$	%
A3.	Коэффициент заболоченности	Представляет собой отношение площади болот в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_{б} = (f_{б} / F) 100$	%
A4.	Коэффициент лесистости	Представляет собой отношение площади лесов в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_{лес} = (f_{лес} / F) 100$	%



Показатели оценки антропогенных экологически значимых
характеристик поверхностных водосборов

Индекс	Название показателя	Описание	Обозначение, или формула	Единица измерения
Б1.	Коэффициент распаханности	Представляет собой отношение площади пахотных земель в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_n = (f_n / F) 100$	%
Б2.1.	Коэффициент городских территорий	Представляет собой отношение площади городских территорий в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_n = (f_{гор} / F) 100$	%
Б2.2.	Плотность населения в пределах городских территорий	Представляет собой отношение общего количества проживающего в пределах структуры городского населения к площади структуры, умноженное на 100	$\rho_{гор} = \frac{CH_{гор}}{f_{гор}}$	чел/км ²
Б3.1.	Коэффициент территорий сельских населённых пунктов	Представляет собой отношение площади сельских территорий в пределах структуры к общей площади структуры, умноженное на 100	$\delta_{сел} = (f_{сел} / F) 100$	%
Б3.2.	Плотность сельского населения	Представляет собой отношение общего количества проживающего в пределах структуры сельского населения к площади структуры	$\rho_{сел} = CH_{сел} / F$	чел/км ²
Б4.	Густота транспортной сети	Представляет собой отношение суммы длин всех дорог в пределах структуры к её площади	$\gamma_{тр} = \sum l_{дор} / F$	км/км ²



Выбор и обоснование системы расчета показателей

Описанные выше расчётные показатели для проведения покомпонентной оценки в результате исследования были преобразованы в оценочные картосхемы, которые были оформлены с учетом следующих нескольких подходов.

1. При составлении картосхем использовалась пятиуровневая оценочная шкала

Данный выбор был обусловлен несколькими факторами.

Во-первых, применение нечетной шкалы позволяет четко структурировать результаты исследования, в частности,

1 – 2 балла – значение ниже среднего,

3 балла - среднее значение,

4-5 баллов - значение выше среднего

Во-вторых, как уже отмечалось выше, объектом исследования выступали озёрно-бассейновые системы НП «Нарочанский». Всего в ходе выполнения предыдущего этапа исследования было выделено 120 структур бассейнового строения для проведения оценочного исследования.

Таким образом, пятиуровневая оценочная шкала достаточно оптимально отобразит дифференциацию водосборов по рассматриваемым показателям.



2. При составлении картосхем использовалось нулевое значение

Т. е. при выполнении оценочных картосхем использовалось значение «явление отсутствует» для тех водосборов, в пределах которых рассматриваемые показатели (водоемы, болота, городские населенные пункты, дороги и т. д.) отсутствовали.

Таким образом, использование нулевого значения было необходимо, чтобы подчеркнуть полное отсутствие явления.

Кроме того, нулевой балл необходим для дальнейших математических действий (в частности, расчета комплексных показателей проведения геоэкологической оценки).

В целом, необходимо отметить, что по абсолютному большинству расчётных характеристик присутствуют водосборы, в пределах которых рассматриваемые явления не отмечались. Также для ряда характеристик, в частности «Коэффициент озёрности», «Коэффициент городских территорий» значительная часть (в первом случае) либо почти все (во втором) водосборы характеризуются отсутствием оцениваемого явления.



3. При реализации оценочных картосхем использовался метод классификации «Равный интервал»

При использовании балльной системы при составлении картосхем большое значение имело также решение задачи выбора интервалов оценочных шкал, которые могут быть как равными, так и неравными.

Оценочные шкалы с неравными интервалами нередко более правильно отражают закономерности перехода от измерения к оценке, т. к. очень часто при равномерном изменении значения какого-либо показателя изменение его значимости для определенных целей оценки происходит неравномерно. В то же время, при использовании неравных шкал недопустимым является выведение среднего балла, т. к. при этом результат обычно получается завышенным или заниженным по сравнению с истинным. Поэтому при проведении интегральных либо комплексных оценочных исследований предпочтение отдается равномерным шкалам.

Таким образом, при реализации представленных оценочных картосхем использовался метод классификации «Равный интервал».

Однако, необходимо подчеркнуть, что при использовании равноинтервальных оценочных шкал в результате создания картосхем для некоторых показателей происходило неоднородное распределение территориальных оценочных единиц по оценочным группам (вплоть до того, что несколько водосборов получилось отнесено к наивысшему баллу, а все остальные – к низшему).

Также при использовании равноинтервальных оценочных шкал достаточно часто происходит пропуск одного либо нескольких оценочных уровней, что также хорошо заметно на многих составленных картосхемах.



Результаты покомпонентной оценки

Оценка природных экологически значимых характеристик малых структур бассейнового строения

A1. Густота русловой сети

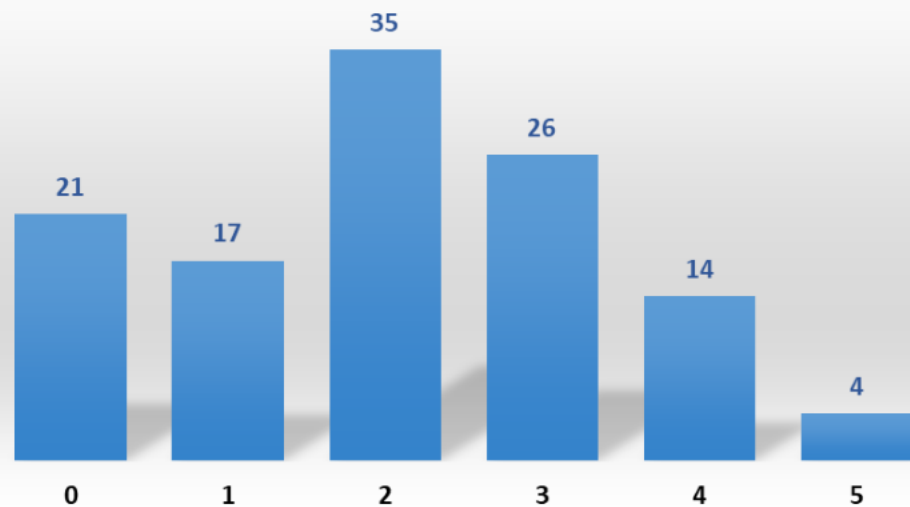
Согласно выполненной оценке большинство структур бассейнового строения характеризуются низкими (2 балла) и средними (3 балла) значениями густоты речной сети. Данные структуры в совокупности занимают около 500 квадратных километров, что составляет почти 60% площади изучаемой территории.

В пределах 21 структуры бассейнового строения речная сеть отсутствует. Данные структуры небольшие площади, в целом занимают немногим более 6% территории.

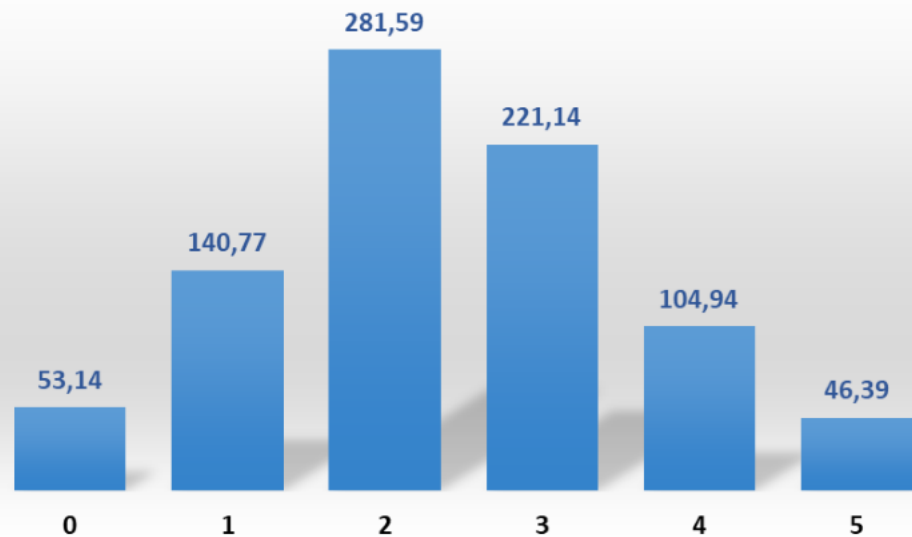
Наибольшая густота речной сети (более 1,77 км/кв. км) отмечается только для 4 структур, занимающих почти 5,5% территории. Фактически все эти структуры являются водосборами мелиоративных систем (*водосбор Дягильского канала, водосбор мелиоративной системы у д. Селятки, приречье от выхода из мелиоративной системы "Кобыльник" до впадения в р. Малиновка*), высокая степень густоты сети связана с наличием мелиоративных каналов.



Общее количество структур



Общая площадь структур, кв. км

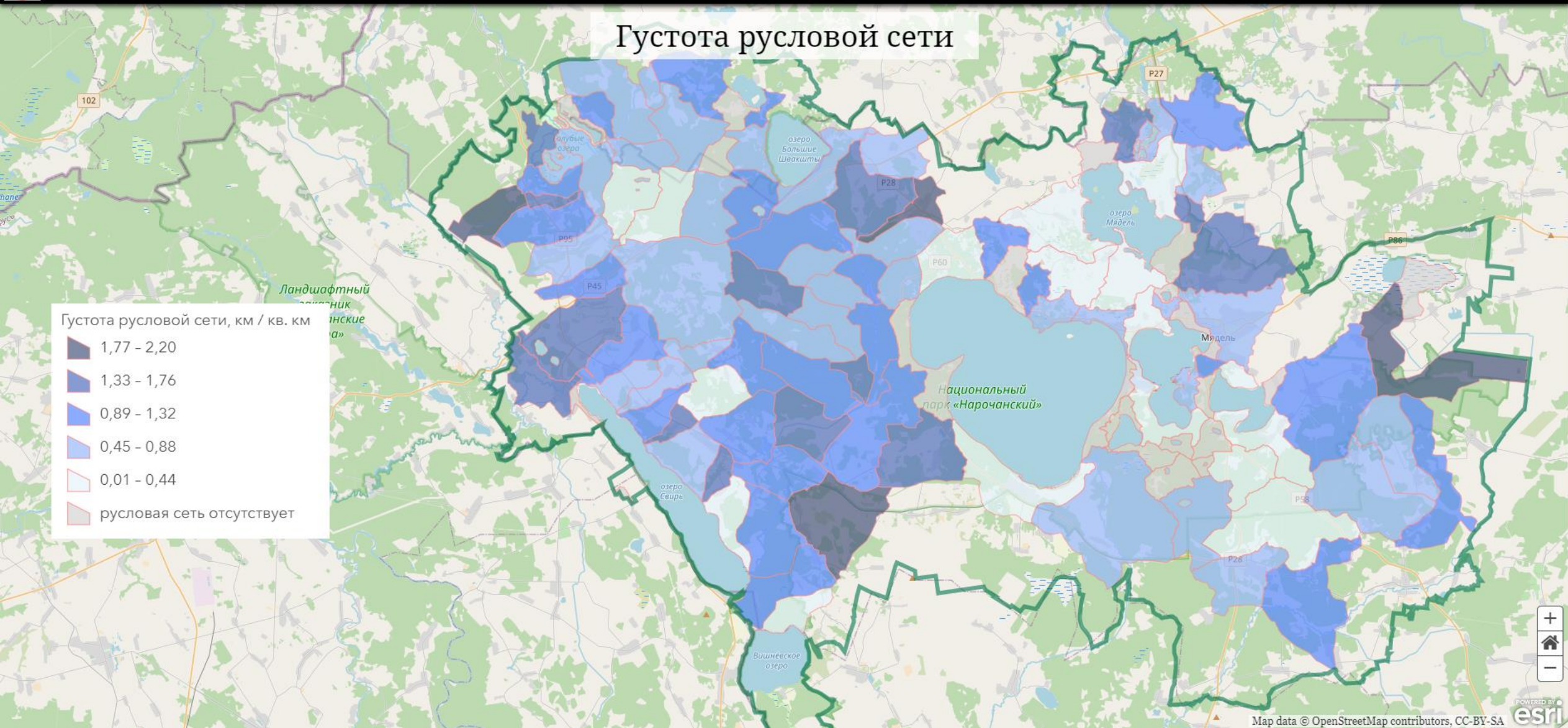




Густота русловой сети

Густота русловой сети, км / кв. км

- 1,77 - 2,20
- 1,33 - 1,76
- 0,89 - 1,32
- 0,45 - 0,88
- 0,01 - 0,44
- русловая сеть отсутствует





A2. Коэффициент озёрности

Коэффициент озёрности изменяется в пределах оцениваемых водосборов от 0,02% до 4,05%.

Большинство малых структур бассейнового строения характеризуются отсутствием озер в пределах своей территории. Данные водосборы очень сильно отличаются как по площади, так и местоположению в пределах рассматриваемой территории. В целом они занимают 60% территории.

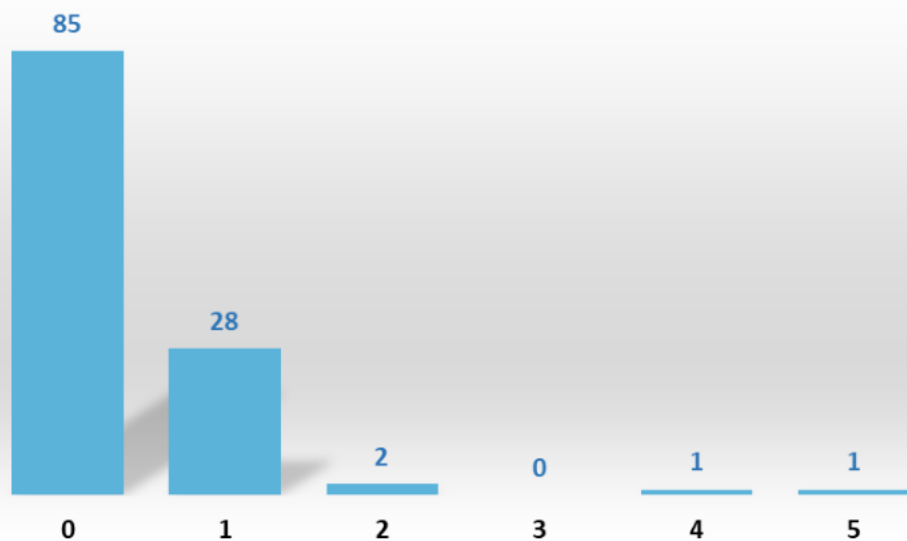
К структурам с очень низкой озёрностью (1 балл) относятся 28 структур. В то же время, данные структуры занимают 35,5% исследуемой территории, что говорит о том, что средняя площадь данных структур (10,78 кв. км) в два раза больше по сравнению со структурами без естественных озёр.

Остальные 4 структуры бассейнового строения имеют озёрность более 0,90%.

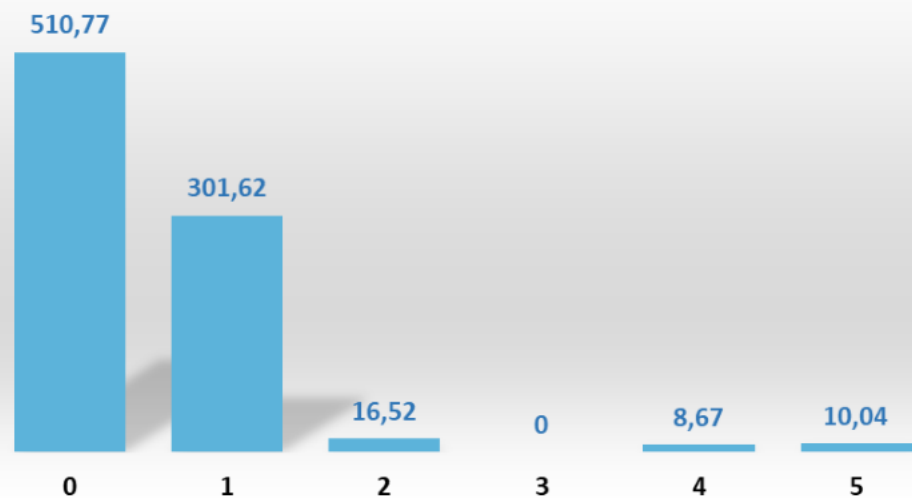
Из них высокую озёрность имеет *приозерье от истока р. Мяделка до впадения руч. Зеленуха* (озёрность 2,85%) и очень высокую - *приречье р. Колодянка от впадения руч. Дворная до устья* (озёрность 4,05%).



Общее количество структур

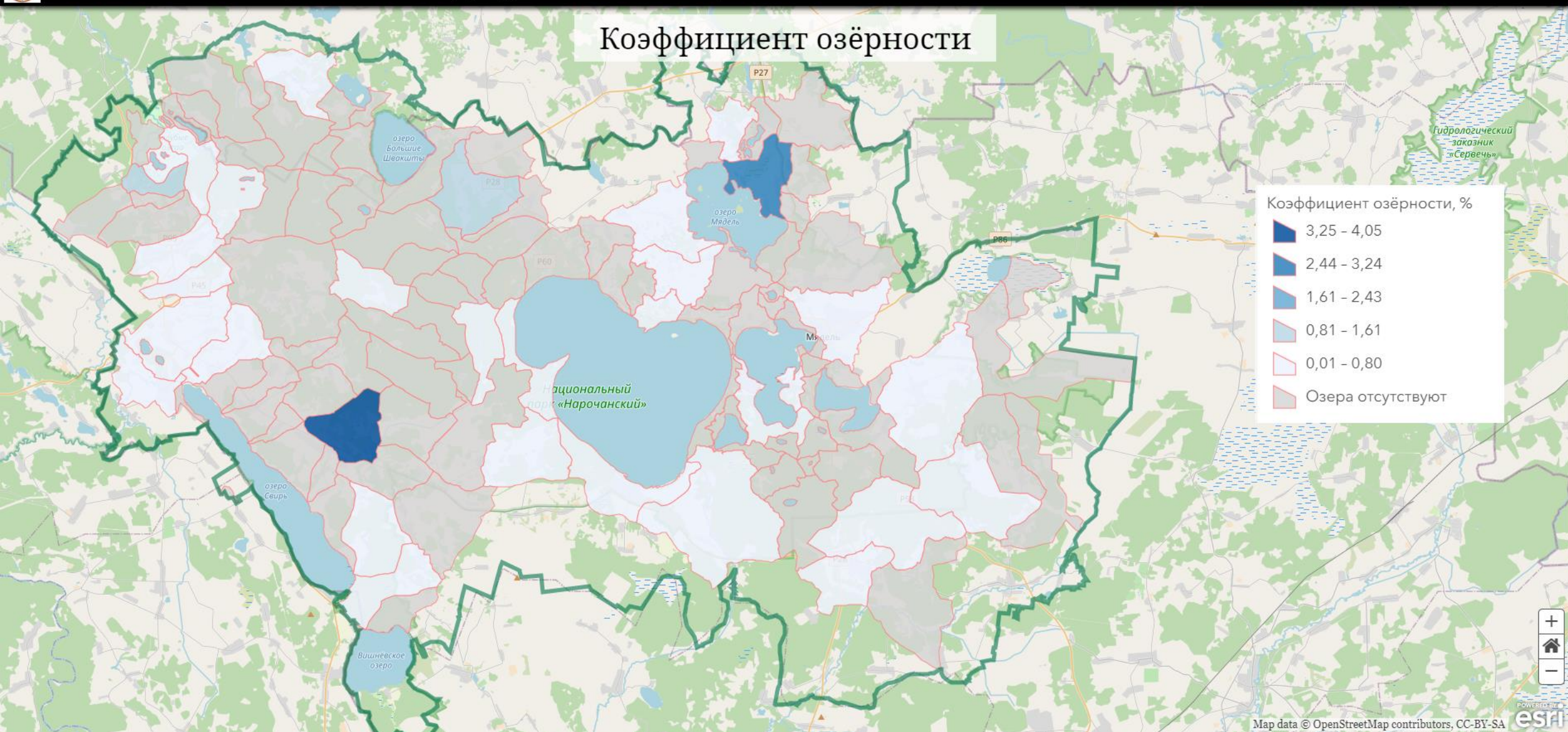


Общая площадь структур, кв. км





Коэффициент озёрности





А3. Коэффициент заболоченности

Болотные экосистемы расположены в большинстве структур бассейнового строения. Только *10 структур*, расположенных преимущественно в центральной части парка, не имеют в пределах своих территорий болот. Данные структуры занимают 6,4% исследуемой территории.

Абсолютное большинство структур (*77 структур*) характеризуется очень низким (1 балл) коэффициентом заболоченности (от 0,02 до 9,0 %). Данные структуры расположены по всей территории парка, занимают *610 квадратных километров* (71,9% от всей исследуемой территории).

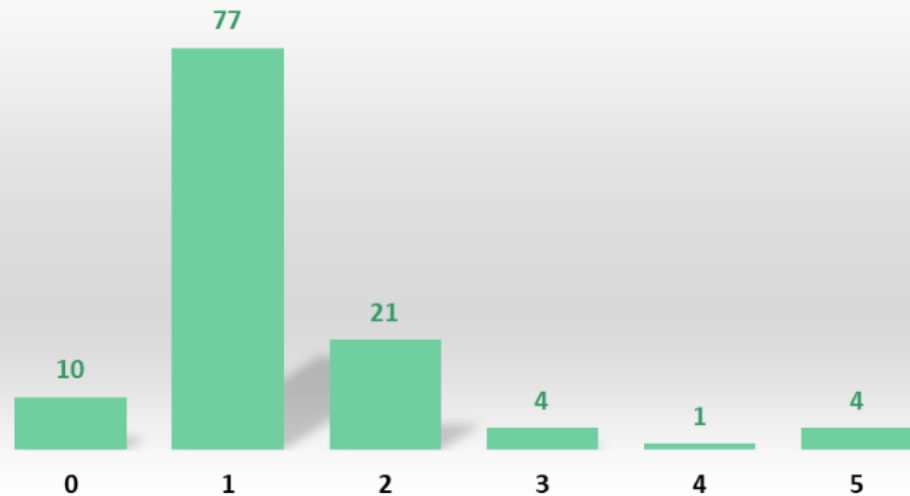
21 структура бассейнового строения, расположенная в пределах 13,3% территории парка характеризуется низкой (2 балла) заболоченностью. Данные структуры сконцентрированы в основном вокруг наиболее крупных озёр парка: Нарочь, Мядель, Мястро.

Только 12 структур бассейнового строения характеризуются средней и выше среднего уровнем заболоченности. Данные структуры встречаются преимущественно в крайних частях парка и занимают около 8,5% территории.

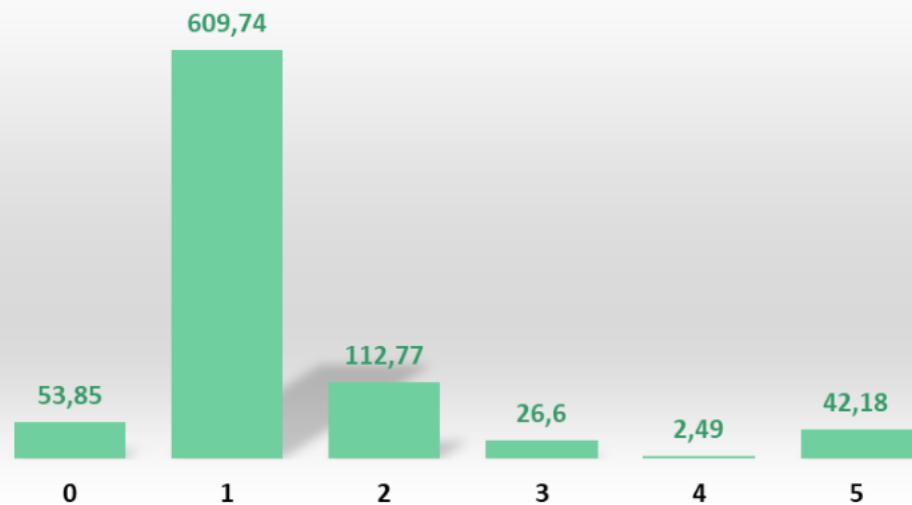
Наибольшая заболоченность (более 40% от территории структуры) отмечается для *водосбора оз. Дягили* (коэффициент заболоченности 43,56%) и *приречья р. Нарочь от истока до впадения канала у автодороги Р 60 включительно (с водосбором канала)* (коэффициент заболоченности 45,66%).



Общее количество структур



Общая площадь структур, кв. км

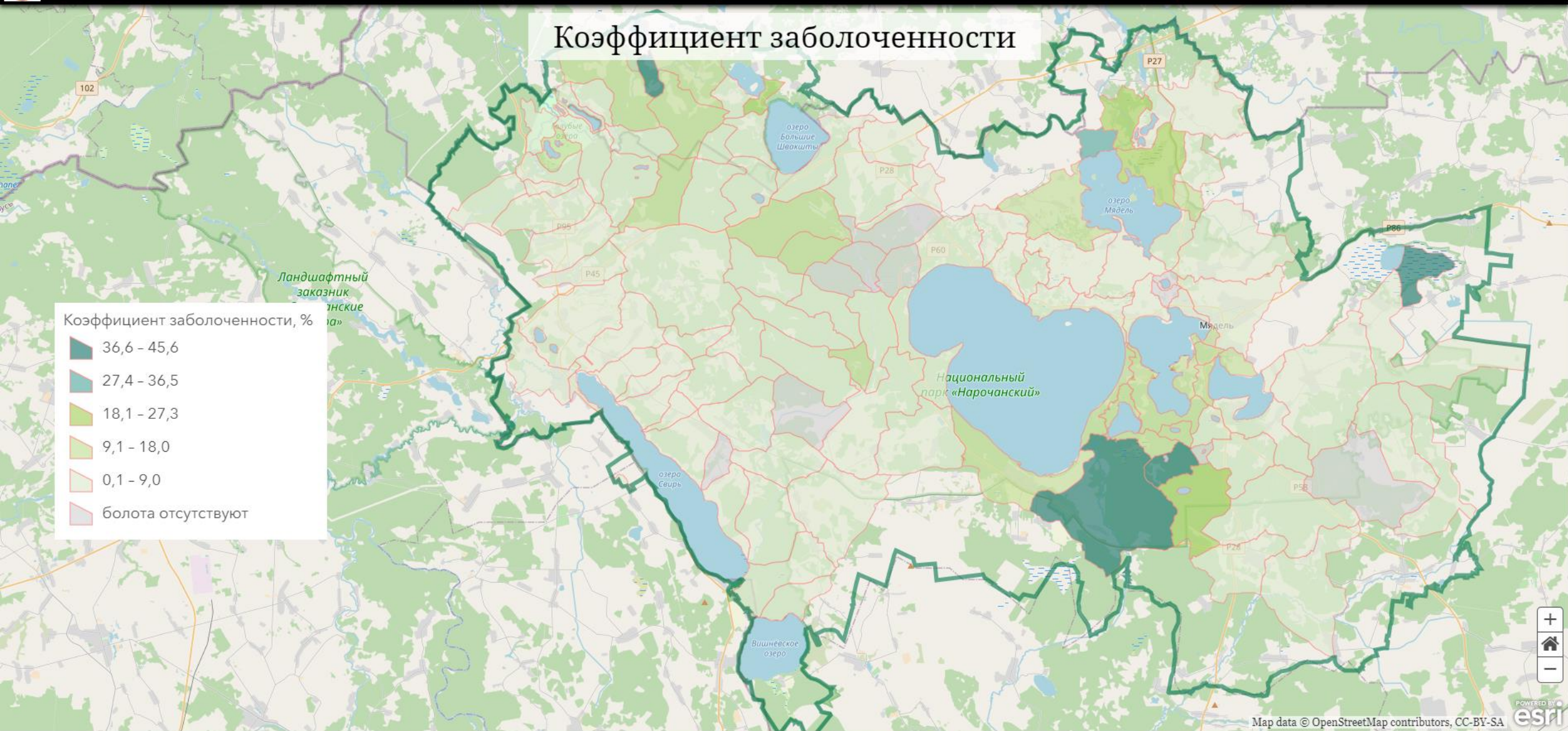




Коэффициент заболоченности

Коэффициент заболоченности, %

- 36,6 – 45,6
- 27,4 – 36,5
- 18,1 – 27,3
- 9,1 – 18,0
- 0,1 – 9,0
- болота отсутствуют





А4. Коэффициент лесистости

В первую очередь, следует отметить, что леса присутствуют в пределах всех структур бассейнового строения рассматриваемой территории.

Также можно сказать, что структуры бассейнового строения достаточно равномерно распределены между основными оценочными группами. В частности, в пределах оценочных категорий от 2 до 5 баллов расположено от 23 до 29 структур бассейнового строения.

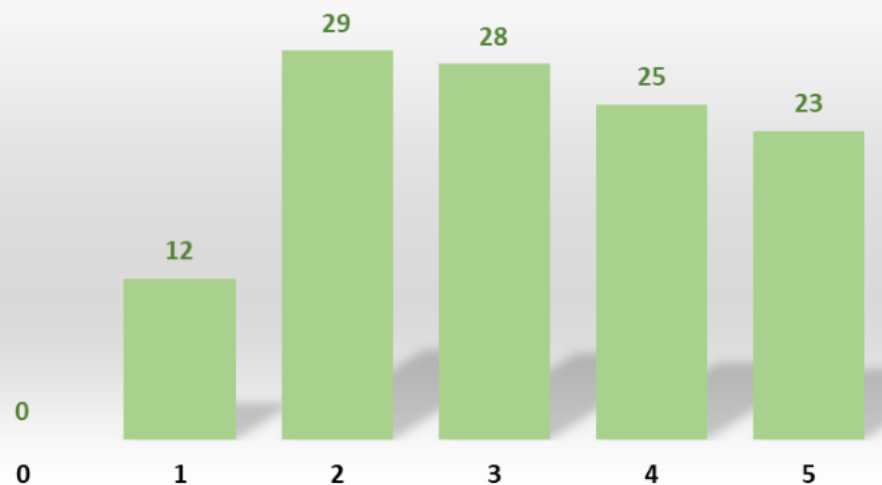
Меньше всего структур бассейнового строения (12 структур) относятся к категории с очень низкой лесистостью (1 балл). Данные структуры расположены преимущественно в пределах окраин парка и занимают 7,8% территории.

28% территории занимают структуры со средними значениями (3 балла) коэффициента лесистости - 28 структур.

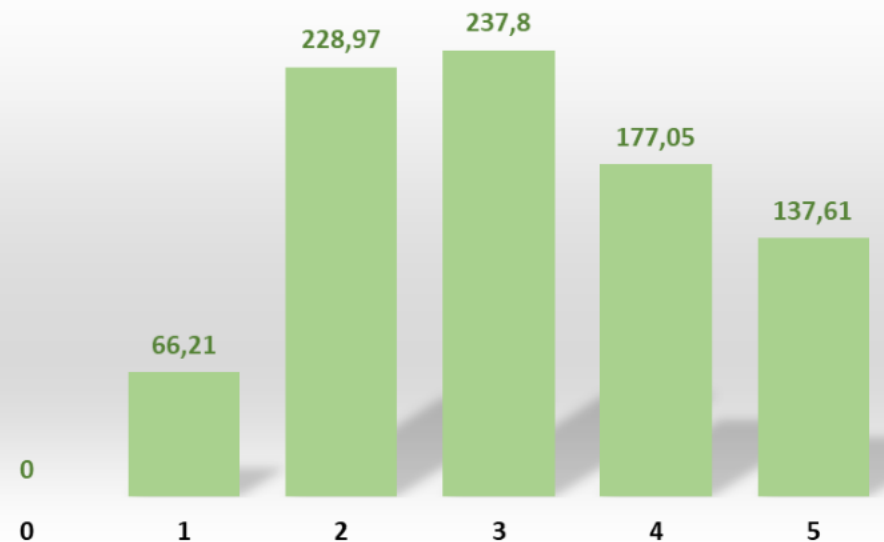
27% территории занимают структуры с низкими значениями (2 балла) коэффициента лесистости - 29 структур.



Общее количество структур

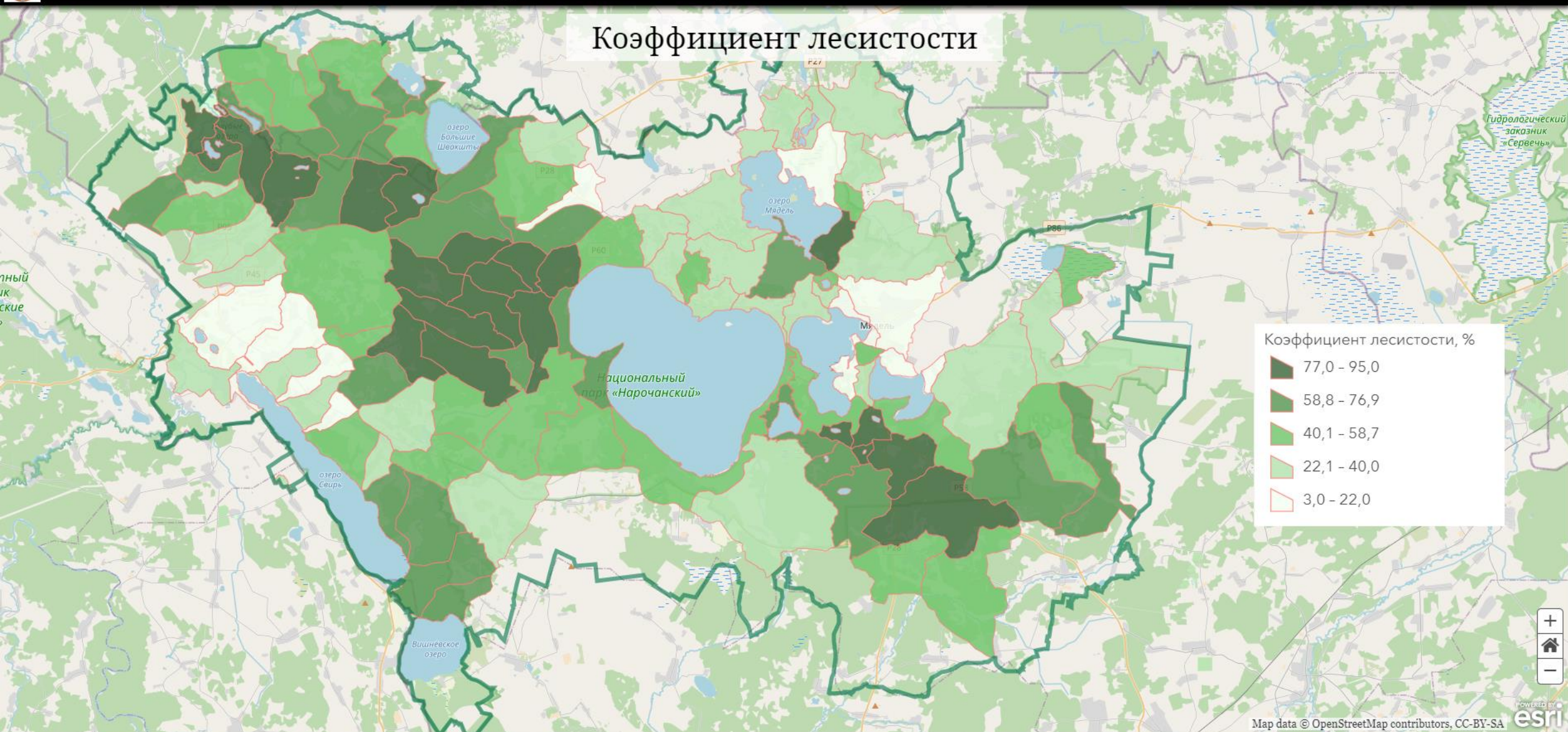


Общая площадь структур, кв. км





Коэффициент лесистости





Оценка антропогенных экологически значимых характеристик малых структур бассейнового строения

Б1. Коэффициент распаханности

Коэффициент распаханности в пределах малых структур бассейнового строения Национального парка "Нарочанский" изменяется от 0,14% до 58,26%.

В пределах 19 структур бассейнового строения нет пахотных земель. Данные структуры занимают 10% исследуемой территории. Отсутствие пахотных земель объясняется преимущественно высокой лесистостью или заболоченностью территорий данных структур.

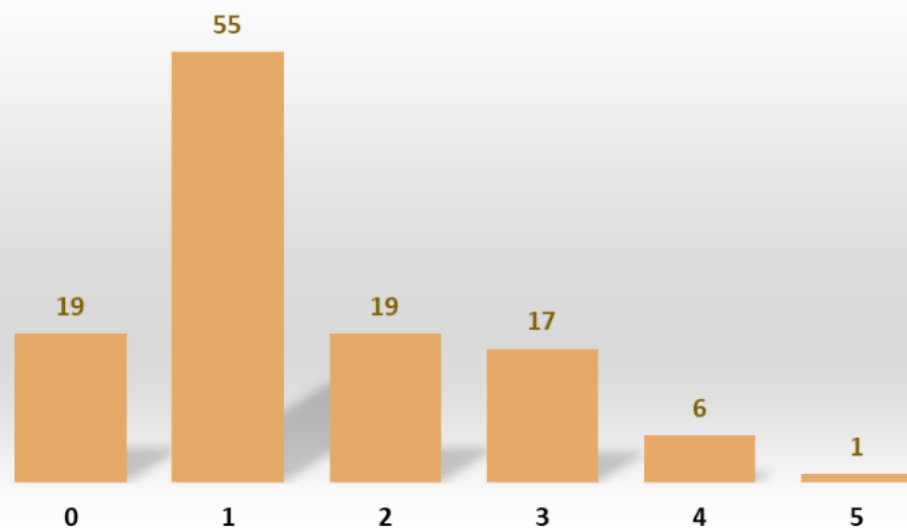
Наибольшее количество структур бассейнового строения (55 структур) характеризуются очень низкой (1 балл) распаханностью (от 0,14% до 11,6% территории). Данные структуры занимают преимущественно центральную часть парка и расположены в пределах 48,5% исследуемой территории.

Высокими (4 балла) и очень высокими (5 баллов) значениями распаханности характеризуются только 7 структур бассейнового строения, расположенных в юго-западной части парка и занимающих около 4,2% территории.

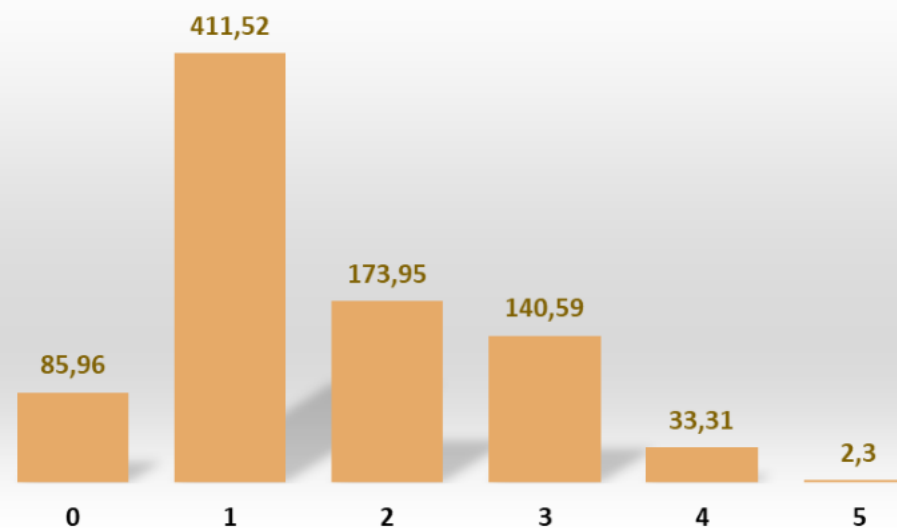
Наибольшая распаханность (58,26%) характерна для небольшого по площади (2,3 кв. км, или 0,27% территории) водосбора ручья *Оселица*.



Общее количество структур



Общая площадь структур, кв. км

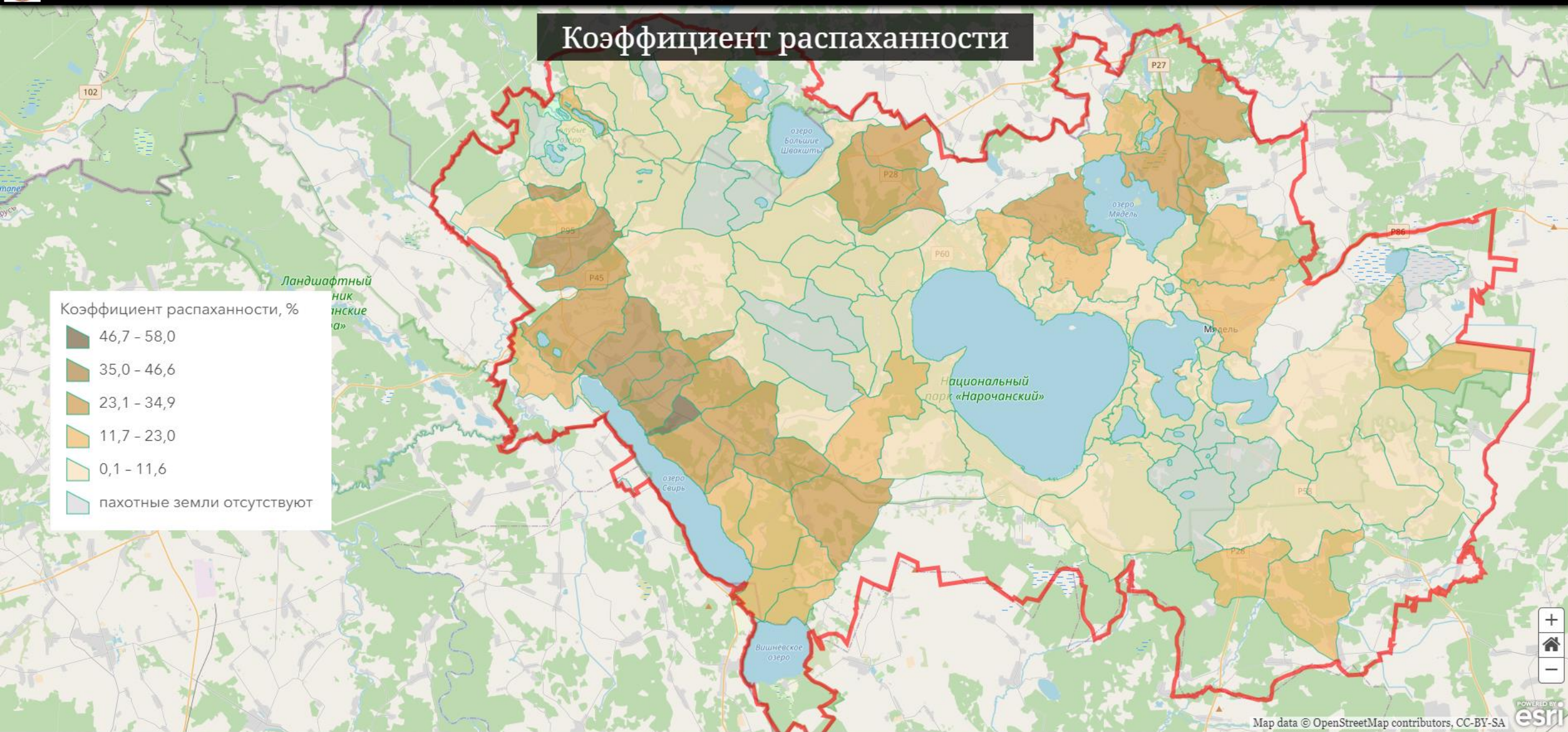




Коэффициент распаханности

Коэффициент распаханности, %

- 46,7 – 58,0
- 35,0 – 46,6
- 23,1 – 34,9
- 11,7 – 23,0
- 0,1 – 11,6
- пахотные земли отсутствуют





Б2. 1. Коэффициент городских территорий

Городские территории (города и поселки городского типа) расположены лишь в пределах *10 структур* бассейнового строения, которые занимают *60,1 кв. км* (*7,1%* территории).

Для наибольшего количества структур (*6 структур*), которые занимают *5,2%* территории исследования, отмечаются очень низкие (*1 балл*) значения коэффициента городских территорий.

Данные структуры расположены в пределах трех городских территорий.

На западе от озера Нарочь в пределах курортного поселка Нарочь выделены три структуры бассейнового строения: *приозерье от впадения ручья Урликовский до впадения ручья Антонисбергский (включая водосбор ручья Купский), водосбор ручья Вырва и ручья Урликовский и приозерье от впадения ручья Неслучь до впадения ручья Вырва.*

На северо-западе от озера Свирь в пределах городского поселка Свирь расположены *водосбор озера Свирьницы и озера Глухое и регулирующих водотоков*, а также *приречье реки Свирица.*

На востоке от озера Мястро, в пределах южной части города Мядель низкие значения (*2 балла*) коэффициента городских территорий были рассчитаны для *водосбора реки Дробня.*

Для *водосбора мелиоративной системы "Ленинский путь"* рассчитанный коэффициент городских территорий составляет *25,6%* (низкие значения показателя, *2 балла*). Данный водосбор достаточно крупный по площади (*13,05 кв. км* или *1,5%* общей территории) и расположен в пределах города Мядель.

Средними значениями (*3 балла*) показателя городских территорий характеризуется *приозерье от впадения ручья Минчаковский до впадения скиного канала мелиоративной системы "Ленинский путь"*, в пределах которого *41,6%* территории занимает город Мядель.

Высокими значениями (*4 балла*) показателя городских систем выделяется *приозерье от впадения скиного канала мелиоративной системы "Ленинский путь" до впадения ручья Дробня* (*59,4%* территории находится в пределах города Мядель).



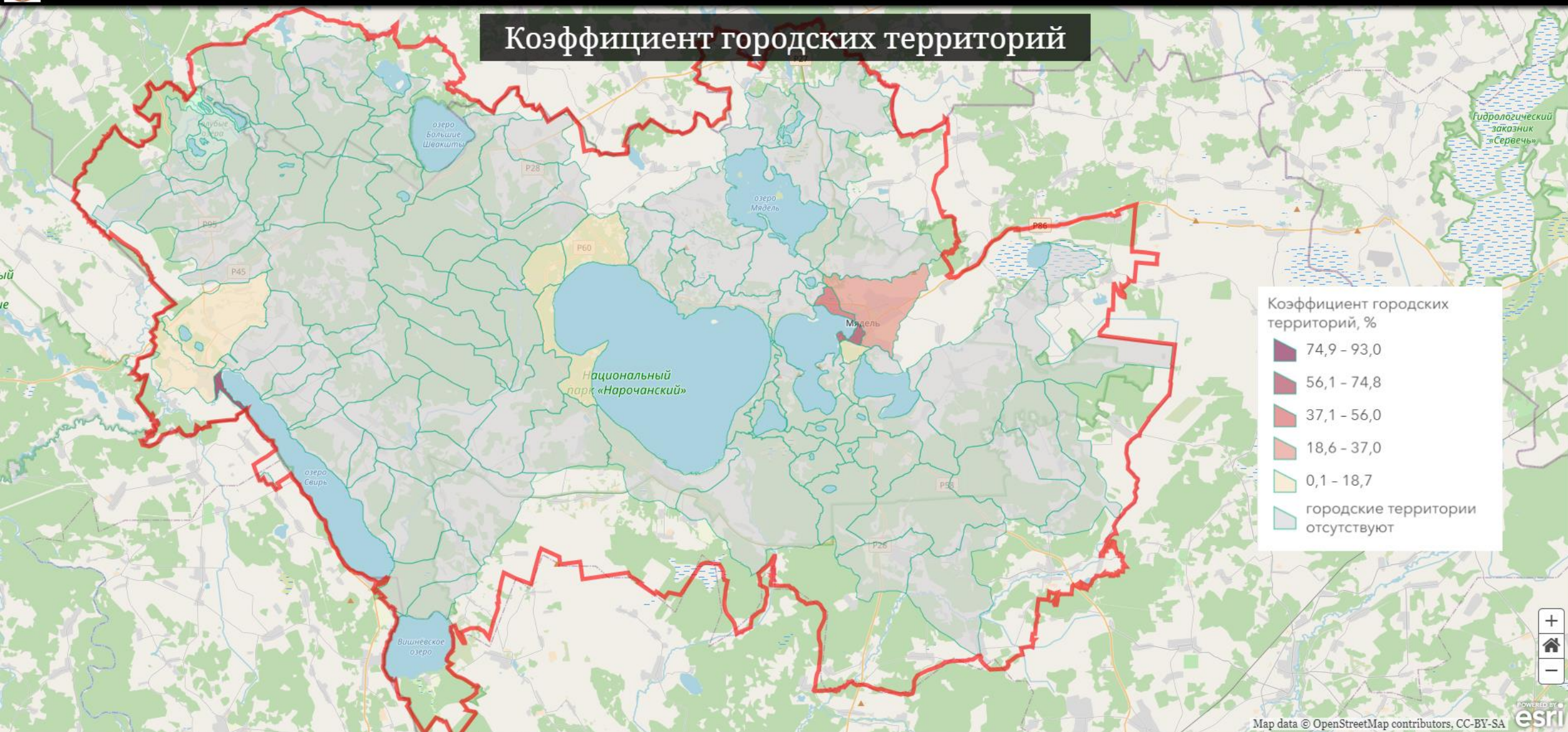
Очень высокие значения (5 баллов) коэффициента городских систем отмечаются для крайне небольшого по площади (0,79 кв. км или 0,09% от общей территории) *приозерья от впадения ручья у д. Хотилки до истока реки Свирица*. 93,5% территории данного водосбора находится в пределах поселка городского типа Свирь.

В пределах 107 структур, занимающих 92,9% территории исследования, городские территории отсутствуют.





Коэффициент городских территорий





Б2.2. Плотность населения в пределах городских населенных пунктов

Как уже отмечалось выше, городские территории (города и поселки городского типа) расположены лишь в пределах *10 структур* бассейнового строения, которые занимают *60,1 кв. км (7,1% территории)*.

По сравнению с показателем коэффициента городских территорий, городское население более равномерно распределено между структурами бассейнового строения.

Наименьшая плотность городского населения отмечается в пределах структур, расположенных на северо-западе от озера Свирь (*водосбор озера Свирьнище и озера Глухое и регулирующих водотоков и приречье реки Свирица*) и западе от озера Нарочь (*приречье от впадения руч. Бобровик до впадения руч. Кирчиха*).

Высоким значением плотности населения (4 балла) характеризуется *приозерье от впадения руч. Минчаковский до впадения скиного канала м/с "Ленинский путь"*.

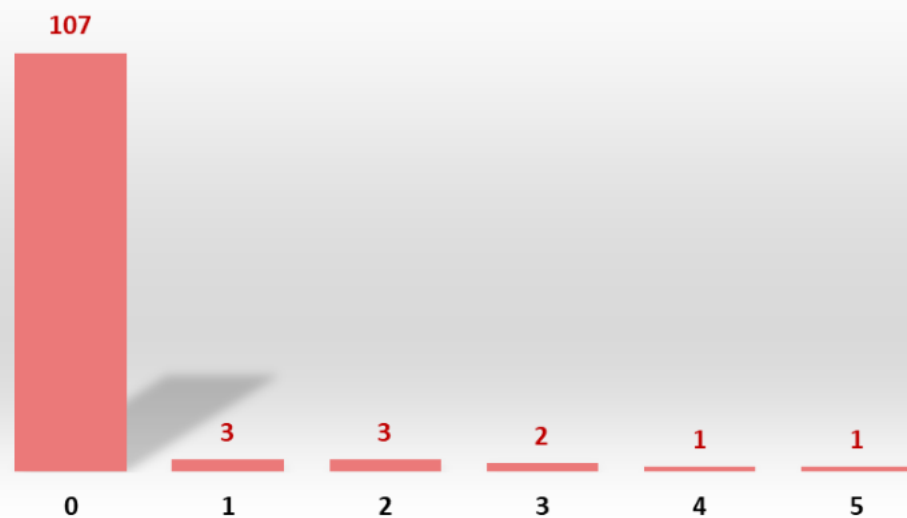
Наивысшая плотность городского населения (5 баллов) отмечается для крайне небольшого по площади *приозерья от впадения скиного канала м/с "Ленинский путь" до впадения р. Дробня*.

В пределах этих двух последних структур расположен город Мядель.

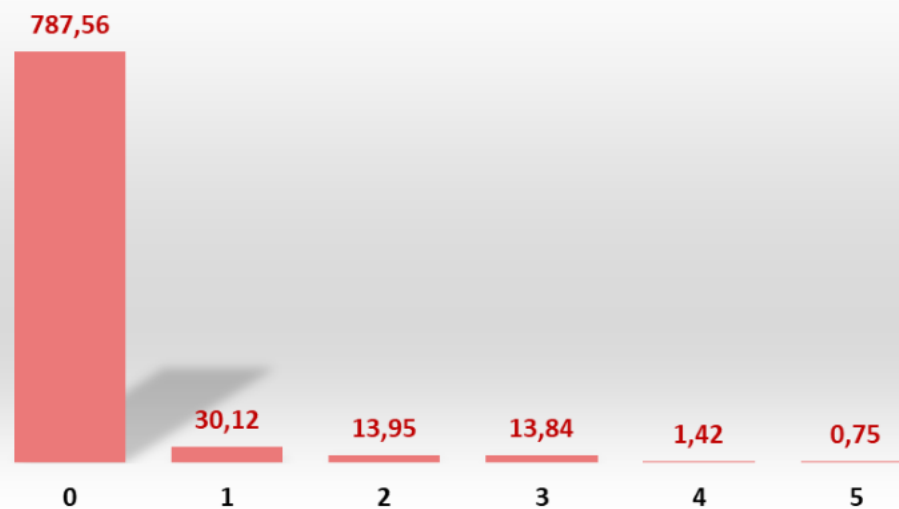
В пределах *107 структур*, занимающих *92,9%* территории исследования, городские территории отсутствуют.



Общее количество структур



Общая площадь структур, кв. км





Плотность населения в пределах городских населенных пунктов

Плотность населения в пределах городских населенных пунктов, чел / кв. км



Ландшафтный заказник «Сорочанские пёра»

Национальный парк «Нарочанский»

Мядель

Вишнеёвое озеро

озеро Свирь

озеро Большое Швакиты

озеро Мадель



Б3.1. Коэффициент территорий сельских населённых пунктов

Сельские населенные пункты отсутствуют в пределах *21 структур* бассейнового строения. Данные структуры размещены чаще всего небольшими группами в пределах всей территории парка и занимают 9,6% территории. Преимущественно это водосборы, в пределах которых значительные площади занимают природные экосистемы (болота или леса).

Более половины структур бассейнового строения (*64 структур*) характеризуются очень низким (1 балл) коэффициентом территорий сельских населенных пунктов. Данные структуры занимают 593 кв. км (70% от всей территории парка).

Высокие (4 балла) и очень высокие (5 баллов) значения коэффициента территорий сельских населенных пунктов были рассчитаны только для 3 структур бассейнового строения.

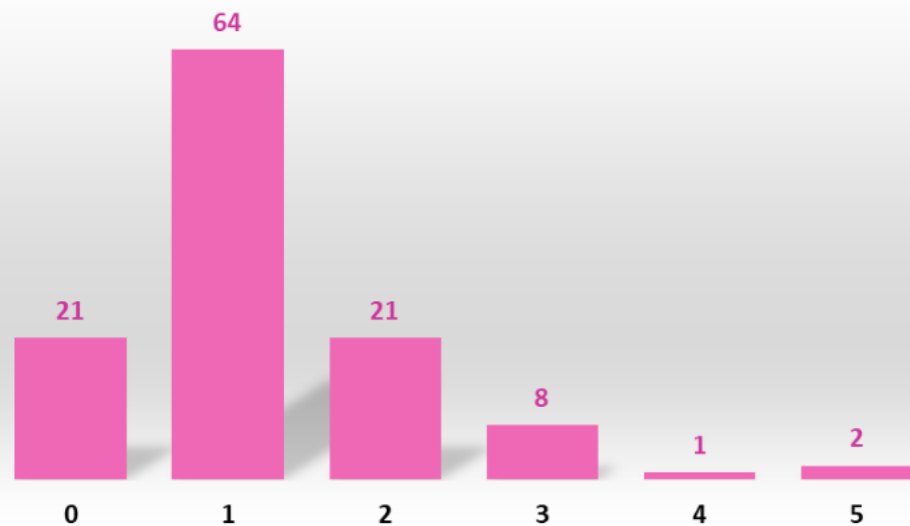
Для *водосбора озер Лотвины, Россохи и Ходосы с регулируемыми протоками* коэффициент территорий сельских населенных пунктов равен 29,04%. Данный водосбор крайне небольшой по площади. Он занимает 3,25 кв. км, что составляет 0,38% всей изучаемой территории.

В пределах *приречья от выхода из мелиоративной системы "Кобыльник" до впадения в реку Малиновка* коэффициент территорий сельских населенных пунктов равен 36,9%.

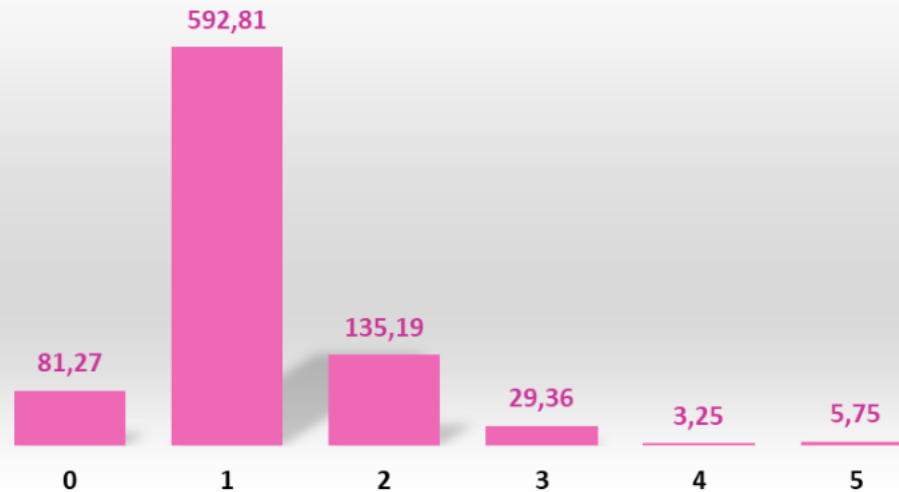
Наибольший коэффициент территорий сельских населенных пунктов (39,3%) был рассчитан для *приозерья от впадения руч. Минчаковский до впадения скиного канала м/с "Ленинский путь"*. Данное приозерье расположено на севере от озера Мястро и занимает 5,75 кв. км (0,68% территории).



Общее количество структур



Общая площадь структур, кв. км





Коэффициент территорий сельских населенных пунктов





Б3.2. Плотность сельского населения

Как уже отмечалось выше, сельские населенные пункты отсутствуют в пределах 21 структур бассейнового строения. В то же время, учитывая наличие в пределах парка нежилых населенных пунктов, сельское население отсутствует в 23 структурах бассейнового строения.

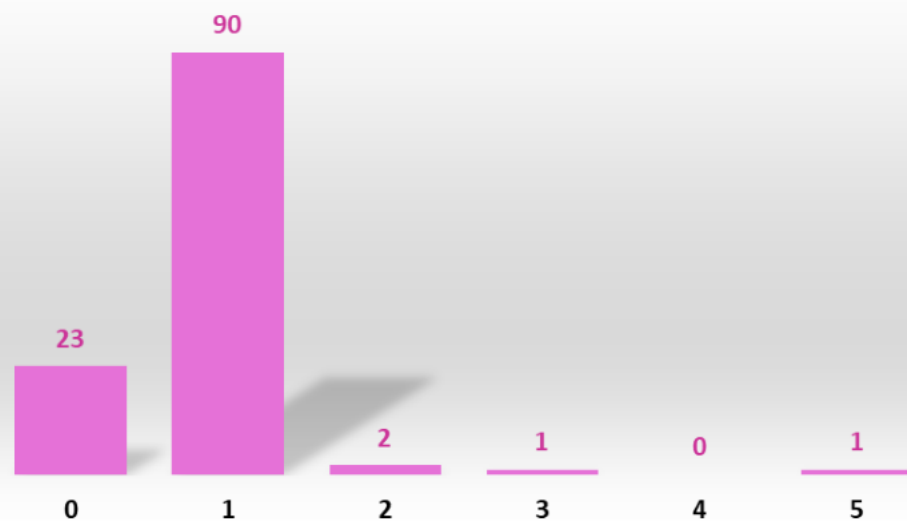
Абсолютное большинство речных структур парка (91%) характеризуются очень низкими (1 балл) значениями плотности сельского населения.

Данная ситуация связана с очень высокими (5 баллов) значениями плотности сельского населения в пределах одной из структур бассейнового строения (приречье от выхода из мелиоративной системы "Кобыльник" до впадения в реку Малиновка), расположенной на северо-западе от озера Нарочь. В пределах данной структуры находится агрогородок Нарочь с самой большой численностью сельского населения.

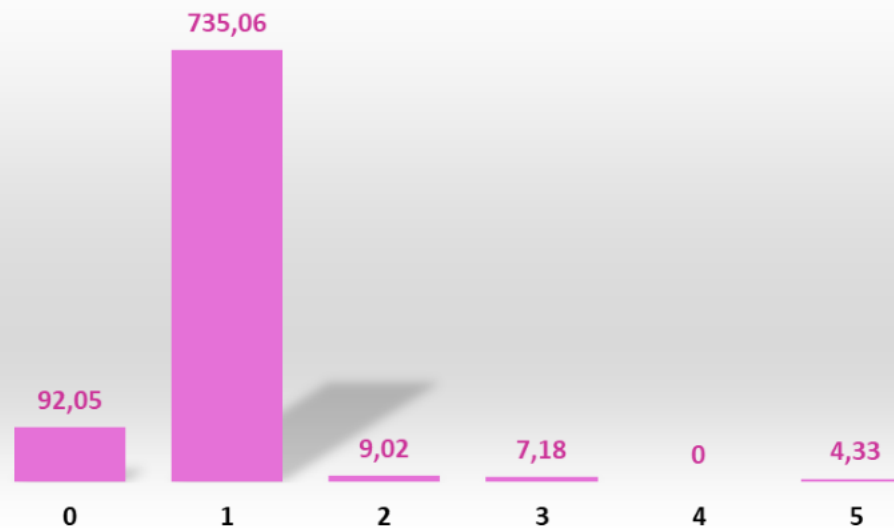
Средние значения (3 балла) плотности сельского населения отмечаются для приречья от впадения реки Сырмеж до впадения ручья Березовка и ручья №23. В пределах данного приречья также расположен агрогородок Нарочь.



Общее количество структур



Общая площадь структур, кв. км





Плотность сельского населения

Плотность сельского населения,
чел / кв. км

202 – 251

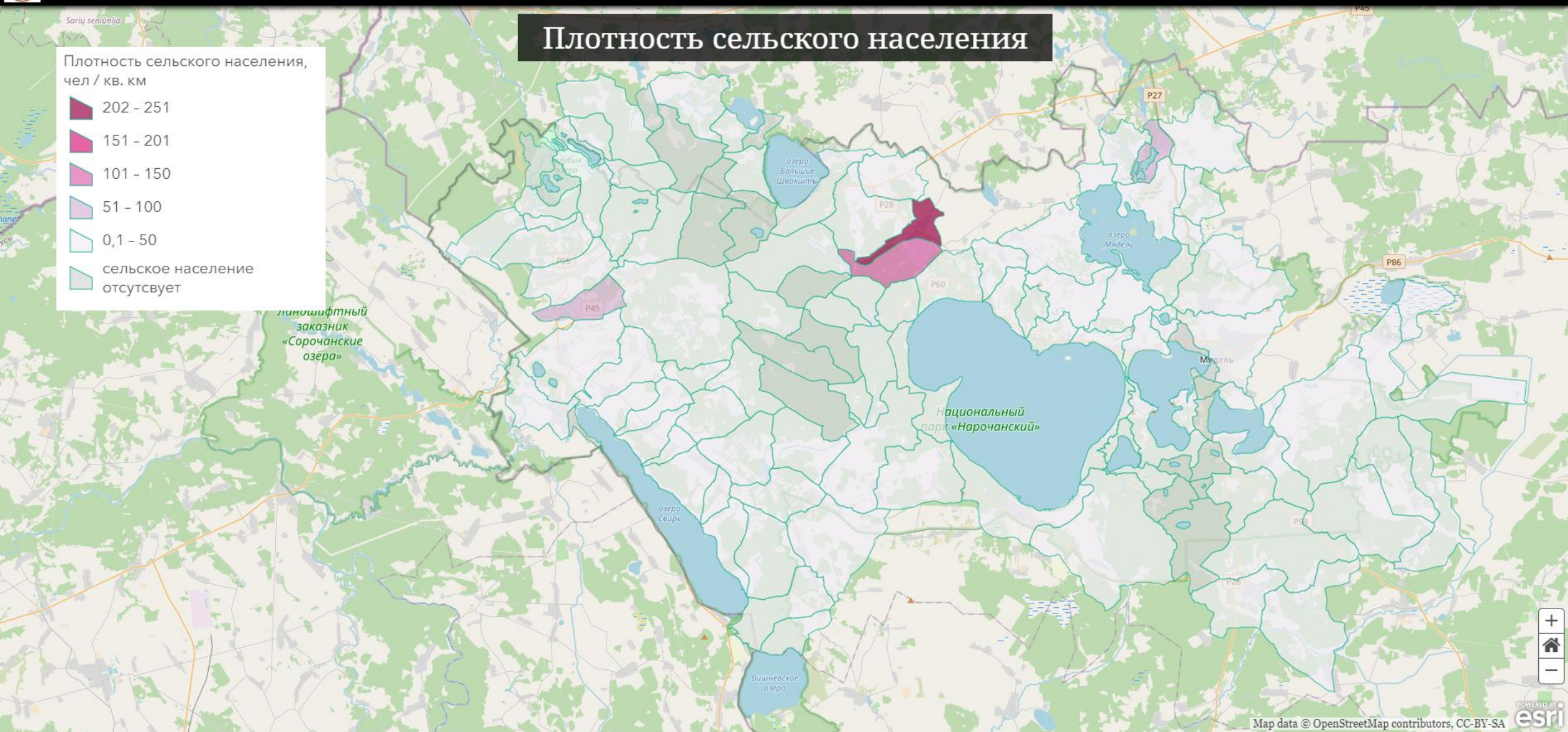
151 – 201

101 – 150

51 – 100

0,1 – 50

сельское население
отсутствует





Б4. Густота транспортной сети

Транспортная сети изучаемой территории отсутствует в пределах *1 структуры* бассейнового строения. Это *приречье от впадения ручья Червоный до впадения ручья из озера Саранчаны*, расположенное на крайнем северо-западе парка.

Для *15 структур* бассейнового строения характерна очень низкая (1 балл) густота транспортной сети. Данные структуры занимают 8,2% территории парка.

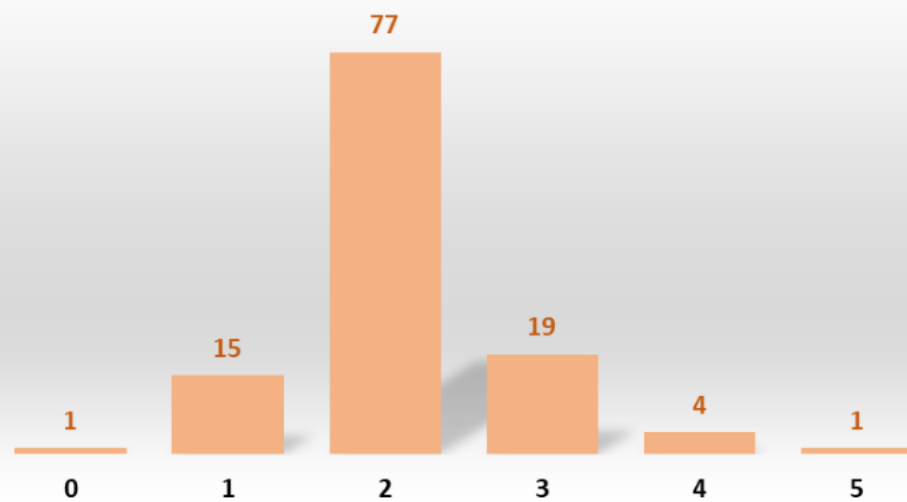
Для большинства структур бассейнового строения (*77 структур*, занимающих 77,7% территории) отмечается низкая (2 балла) густота транспортной сети (от 0,86, до 1,7 км/кв. км).

5 структур бассейнового строения, занимающих 0,84% изучаемой территории, характеризуются высокими (4 балла) и очень высокими (5 баллов) значениями густоты транспортной сети.

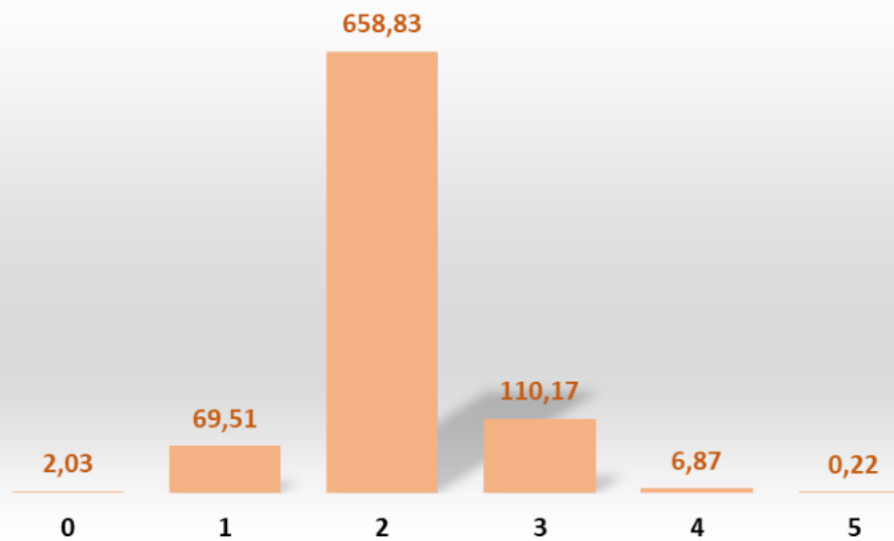
Наибольшая густота транспортной сети (4,29 км/кв. км) характерна для крайне небольшого по площади (0,22 кв. км, или 0,03% территории) *водосбора озера Ильшния*, расположенного на северо-западе парка.



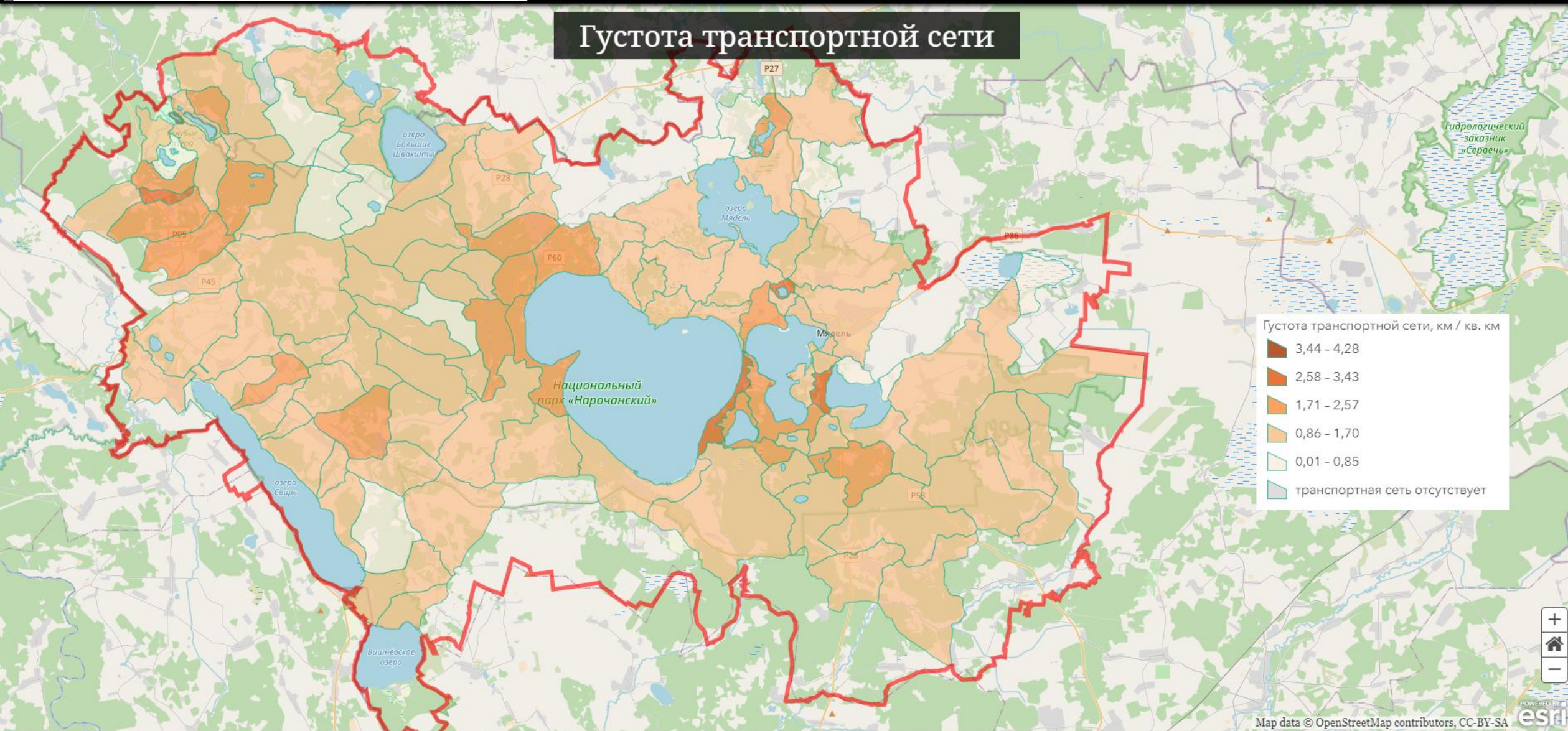
Общее количество структур



Общая площадь структур, кв. км



Густота транспортной сети

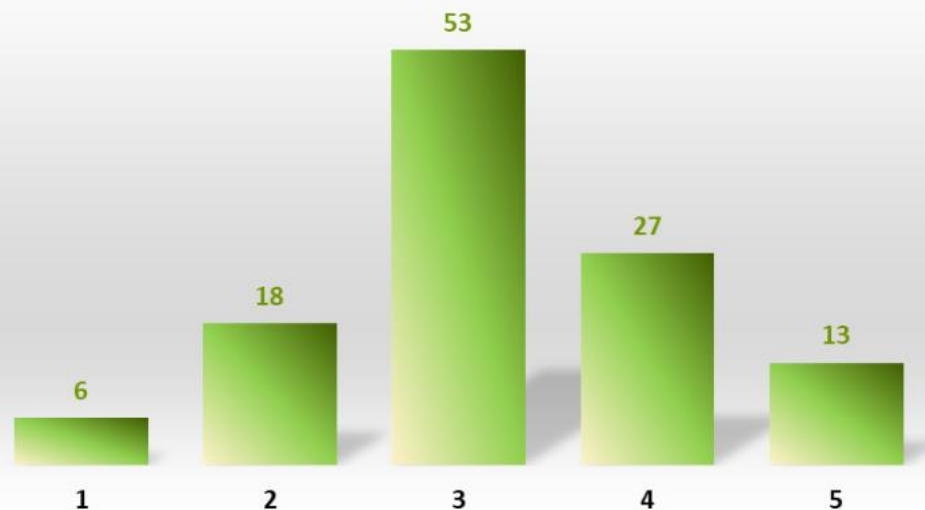




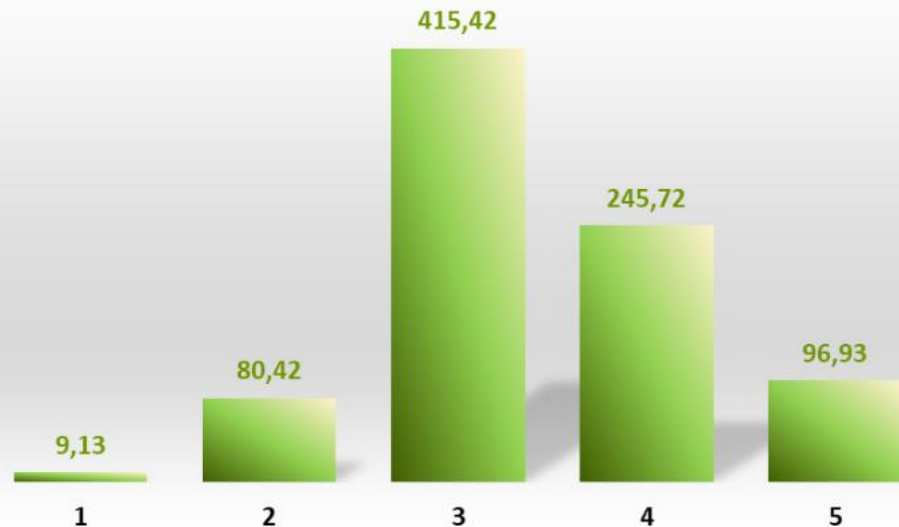
Результаты комплексной оценки

Оценка экологической устойчивости

Общее количество структур



Общая площадь структур, кв. км





Экологическая устойчивость малых водосборов

Экологическая устойчивость

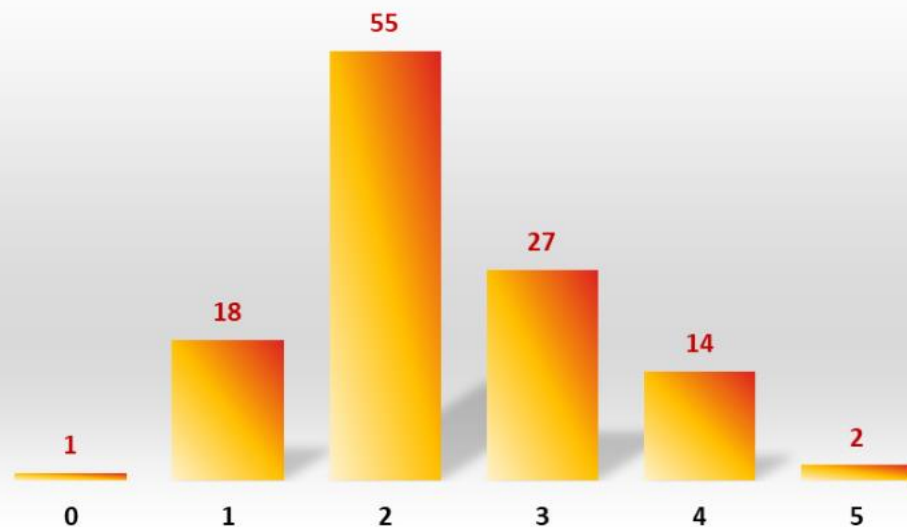
-  очень высокая
-  высокая
-  средняя
-  низкая
-  очень низкая



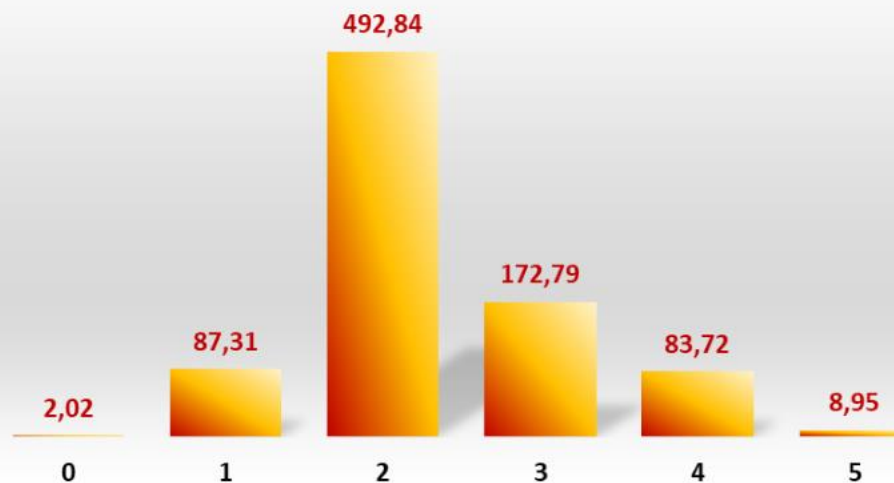


Оценка потенциальной экологической опасности

Общее количество структур

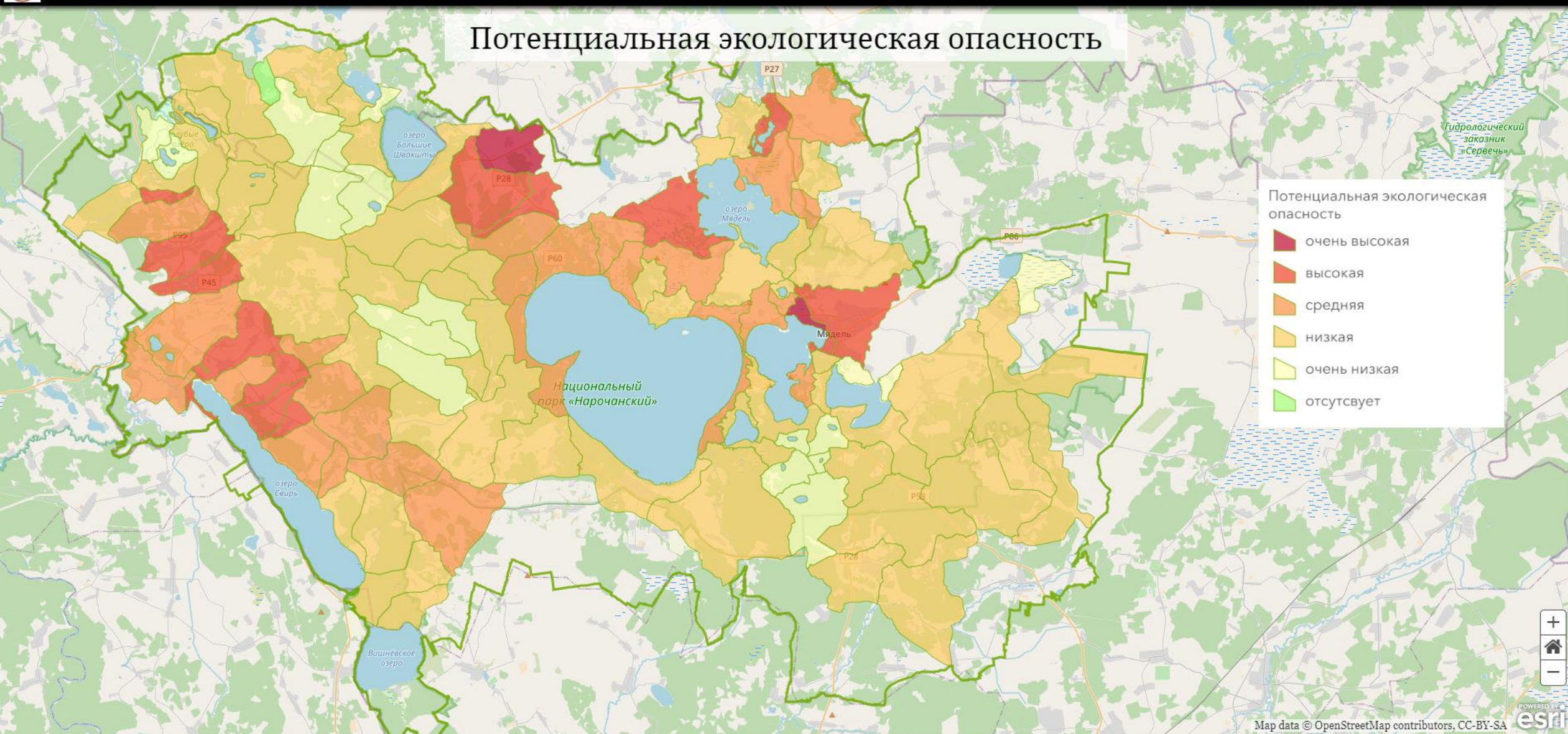


Общая площадь структур, кв. км





Потенциальная экологическая опасность

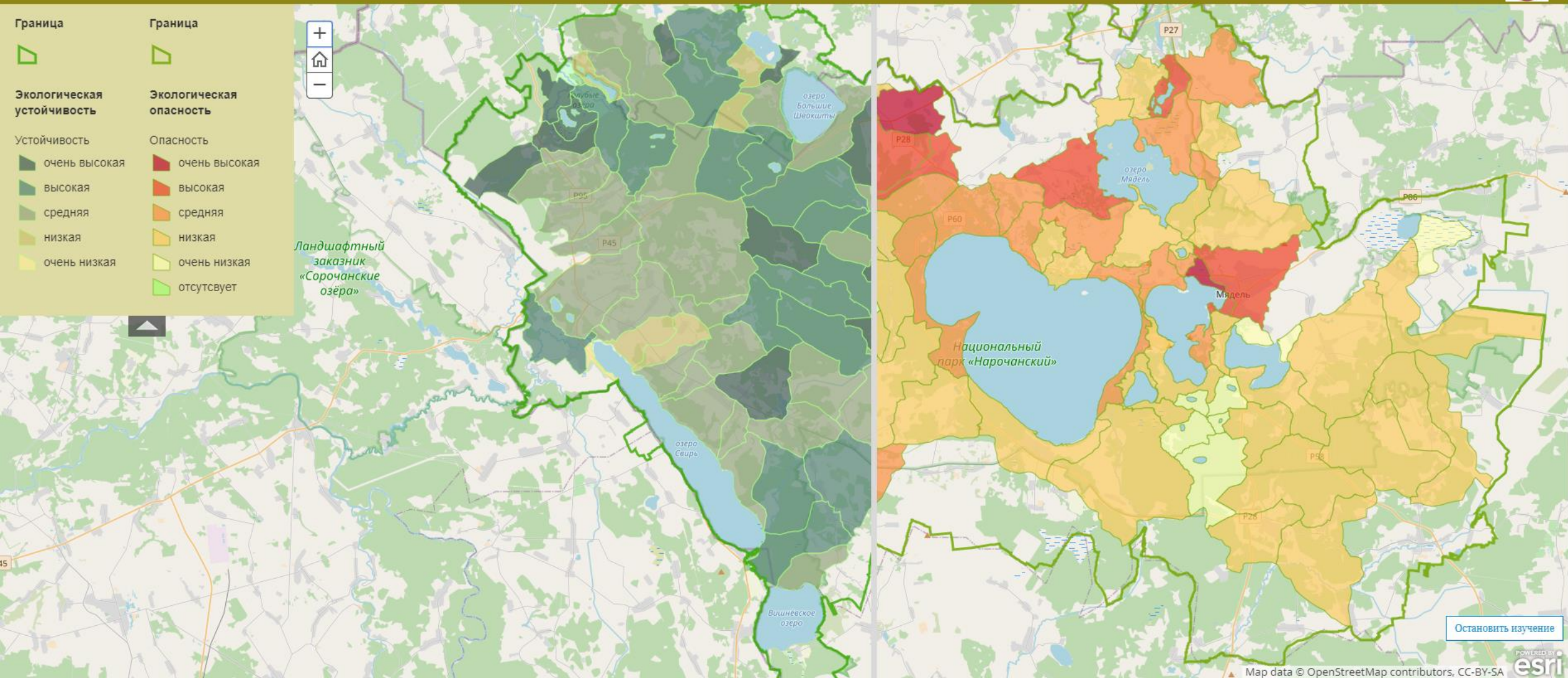




Геоэкологическая оценка малых структур бассейнового строения

Введение Этапы Объект Структура Система расчета Компонентная оценка **Комплексная оценка** Токарчук О.В.

Возможности сравнения





Комплексная геоэкологическая оценка





Комплексная геоэкологическая оценка

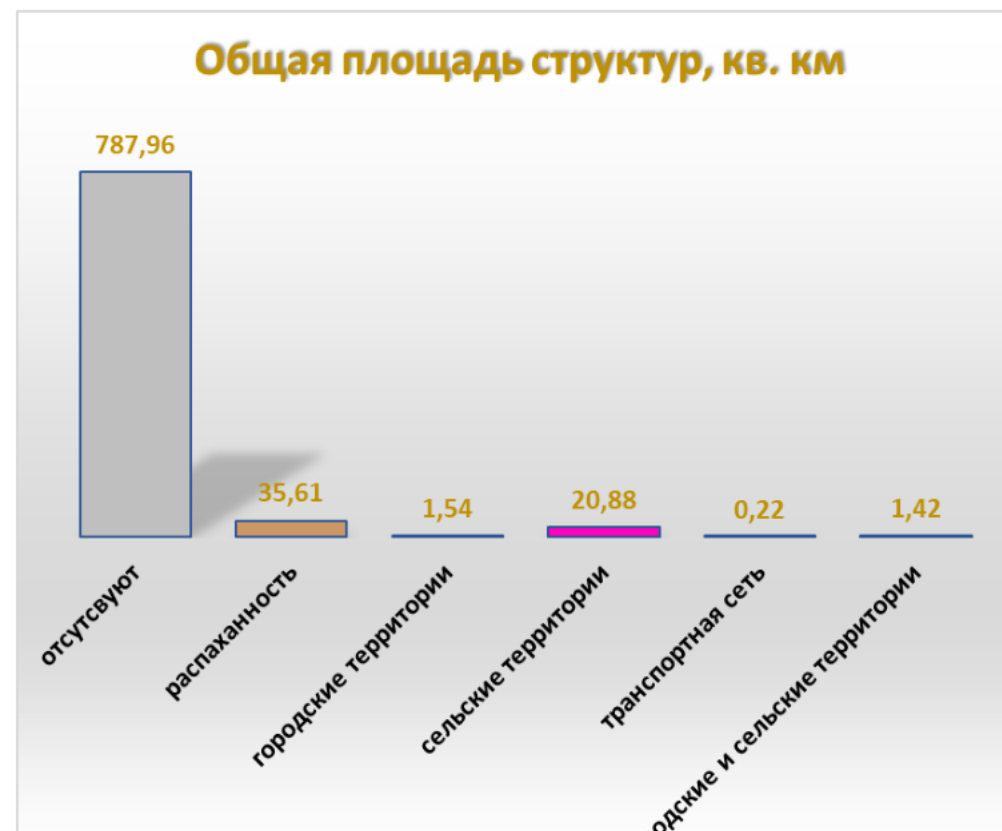
Состояние водосборов

- критическое
- напряжённое
- удовлетворительное
- хорошее
- очень хорошее



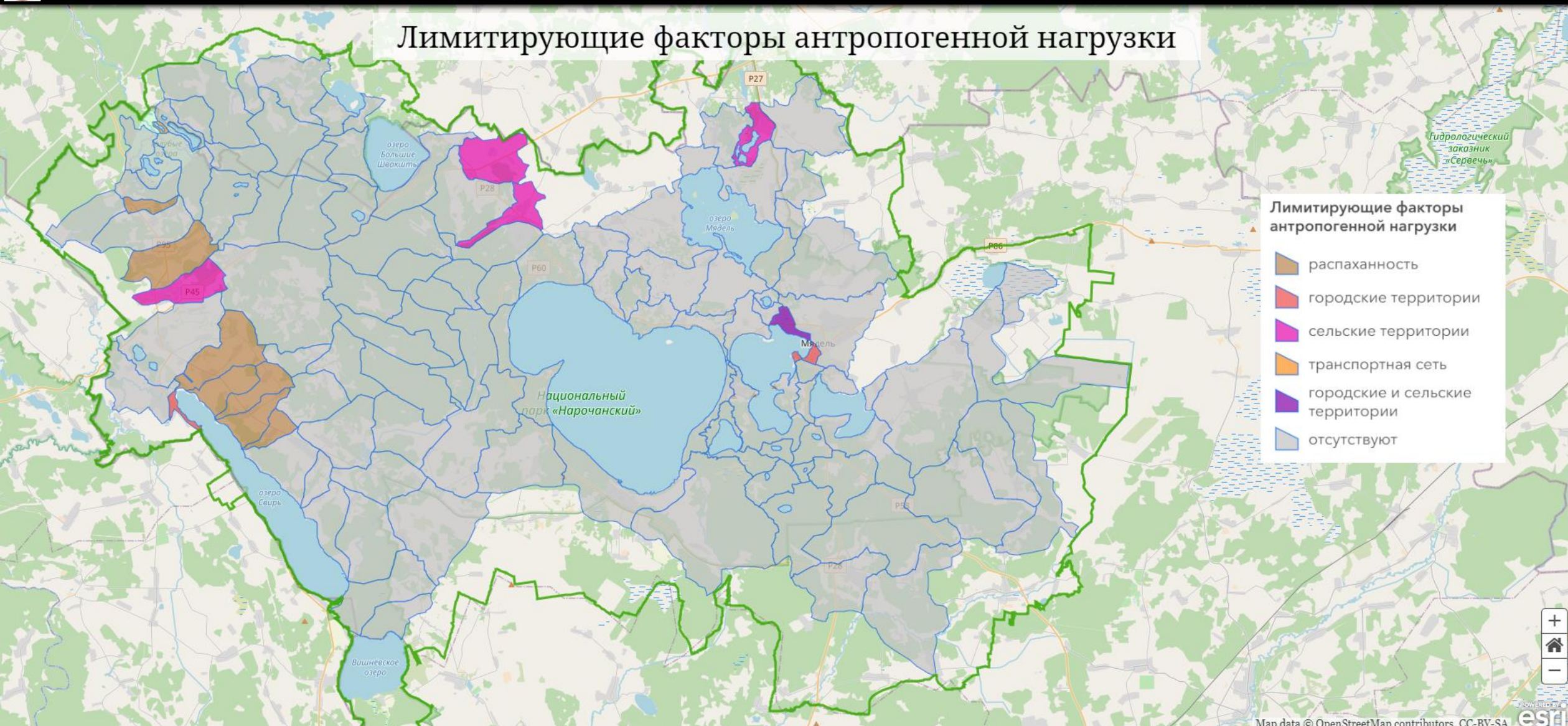


Лимитирующие факторы антропогенной нагрузки на территории малых структур бассейнового строения





Лимитирующие факторы антропогенной нагрузки



Авторы

Токарчук Олег Васильевич

кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

Токарчук Светлана Михайловна

кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры географии и природопользования географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина