

===== ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ И ИХ КОМПОНЕНТОВ =====

УДК 595.95

**ВОЗМОЖНОСТИ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ОБОБЩЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И ЧИСЛЕННОСТИ ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ НА
ПРИМЕРЕ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО
НИЖНЕ-ЗЕЙСКОГО ГИДРОУЗЛА¹**

© 2017 г. С.А. Подольский*, В.А. Кастрикин**, М.П. Парилов**,
К.П. Павлова***, Л.Ю. Левик****

**Институт водных проблем РАН*

Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: sergpod@mail.ru

***Хинганский государственный природный заповедник*

Россия, 676740, Амурская обл., Архаринский р-он, п. Архара, пер. Дорожный, д. 6

E-mail: apodemus@mail.ru, mparilov@mail.ru

****Зейский государственный природный заповедник*

Россия, 676246, Амурская обл., Зейский р-он, г. Зeya, ул. Строительная, д. 71

E-mail: pavlova_klara@mail.ru

*****Московский государственный университет им М.В. Ломоносова,
географический факультет*

Россия, 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 1. E-mail: lilia-levik@yandex.ru

При разработке стратегии щадящего природопользования в зонах влияния существующих и перспективных водохранилищ возникают задачи сравнительной оценки природоохранной значимости различных участков побережий. Для зоны ожидаемого влияния проектируемого Нижне-Зейского гидроузла разработаны интегральные индексы биоразнообразия, учитывающие как видовое богатство, так и показатели обилия каждого отмеченного вида животных. В статье приведены: списки отмеченных видов млекопитающих, пресмыкающихся и земноводных; градации балльных оценок обилия видов и экологических групп наземных позвоночных; перечень основных биотопов; принципы районирования зоны влияния водохранилища; формулы расчета интегральных показателей видового разнообразия и численности животного населения; картосхемы пространственного распределения современных и прогнозируемых значений интегральных индексов богатства и природоохранной значимости животного населения. Даны конкретные рекомендации по укреплению сети ООПТ. Сделано заключение о том, что создание Нижне-Зейской ГЭС будет сопряжено со значительным риском потери биоразнообразия и экологической устойчивости не только на локальном, но и на региональном уровне.

Ключевые слова: видовое разнообразие, животное население, природоохранная значимость, ООПТ, Нижне-Зейская ГЭС.

Гидроэнергетика стала одним из ведущих факторов антропогенного воздействия на биоразнообразие. Это особенно актуально для Приамурья, где последние десятилетия ведется активное строительство и эксплуатация ГЭС с крупными водохранилищами: функционирует Зейская ГЭС, введена в строй Бурейская ГЭС, строится Нижне-Бурейская ГЭС, проектируется Нижне-Зейская ГЭС. Основным инструментом для определения

¹ Исследования проведены при поддержке Проекта ПРООН/ГЭФ – Минприроды России «Организация и выполнение мониторинга (включая предпроектный мониторинг) состояния биоразнообразия в зонах воздействия проектируемых, строящихся и эксплуатируемых гидроэнергетических объектов в Амурской области» (договор № 01/К/2015), а также в рамках темы НИР Института водных проблем РАН: «Разработка оценочных показателей и критериев трансформации наземных экосистем при изменении водного режима территории под влиянием природных и антропогенных факторов».

допустимых антропогенных нагрузок и поиска путей сохранения биоразнообразия является мониторинг окружающей среды. При разработке стратегии шадящего природопользования в зонах влияния существующих и перспективных водохранилищ часто возникают задачи сравнительной оценки природоохранной значимости различных участков побережий. Одним из наиболее объективных критериев могут служить интегральные индексы биоразнообразия, учитывающие как видовое богатство, так и показатели обилия каждого отмеченного вида животных. Такие индексы были разработаны для зоны ожидаемого влияния проектируемого Нижне-Зейского гидроузла на основании данных полученных в 2014-2016 гг. при организации экологического мониторинга в рамках проекта ПРООН/ГЭФ.

Материалы и методы

Исследования проведены во все сезоны. Получена и проанализирована информация о видовом составе, обилии, пространственном и биотопическом распределении млекопитающих, земноводных и пресмыкающихся (Подольский и др., 2016). Для характеристики фауны и населения наземных позвоночных использовали преимущественно стандартные методики: зимний маршрутный учет – ЗМУ (Кузякин и др., 1990), учет на площадках многодневным окладом (Русанов, 1986), учет изюбрей по реву (Полярков, 1986), учет мелких млекопитающих на линиях ловушек Геро (Новиков, 1953). Отработано: 4 площадки многодневного оклада общей площадью 55 км²; 755 км маршрутов ЗМУ; 12 пунктов учета изюбрей по реву на общей площади 118 км² (учтено 35 ревущих самцов); 48 линий по учету мышевидных грызунов, 1710 л-с (отловлено 140 зверьков 9 видов). При организации работ и анализе полученных результатов использованы данные многолетних наблюдений в зонах влияния Зейского и Бурейского водохранилищ (Колобаев и др., 2000; Подольский и др., 2004).

Фауна млекопитающих в бассейне проектируемого Нижне-Зейского водохранилища и в зоне ожидаемого влияния гидроузла включает 57 видов зверей: бурозубка средняя (*Sorex caecutiens*), бурозубка бурая (*Sorex roboratus*), бурозубка равнозубая (*Sorex isodon*), бурозубка крошечная (*Sorex minutissimus*), бурозубка крупнозубая (*Sorex daphaenodon*), бурозубка дальневосточная (*Sorex gracillimus*), белозубка уссурийская (*Crocidura lasiura*), кутора обыкновенная (*Neomys fodiens*), еж амурский (*Erinaceus amurensis*), ночница Водяная (*Myotis daubentonii*), ночница Иконникова (*Myotis ikonnikovi*), бурый ушан (*Pleiotus auritus*), двухцветный кожан (*Vespertilio murinus*), заяц-беляк (*Lepus timidus*), заяц маньчжурский (*Lepus mandshuricus*), пищуха северная (*Ochotona hyperborean*), летяга обыкновенная (*Pteromys volans*), белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris*), бурундук азиатский (*Tamias sibiricus*), длиннохвостый суслик (*Citellus undulates*), лемминг амурский (*Lemmus amurensis*), полевка красно-серая (*Clethrionomys rufocanus*), полевка красная (*Clethrionomys rutilus*), полевка дальневосточная (*Microtus fortis*), полевка Максимовича (*Microtus maximoviczii*), полевка-экономка (*Microtus oeconomus*), хомячок барабинский (*Cricetulus barabensis*), ондатра (*Ondatra zibethica*), мышь полевая (*Apodemus agrarius*), мышь восточноазиатская (*Apodemus peninsulae*), мышь-малютка (*Micromys minutus*), мышь домовая (*Mus musculus*), крыса серая (*Rattus norvegicus*), лисица обыкновенная (*Vulpes vulpes*), волк (*Canis lupus*), собака домашняя (*Canis familiaris*), волк красный (*Cuon alpinus*), енотовидная собака (*Nictereutes procyonoides*), медведь бурый (*Ursus arctos*), рысь обыкновенная (*Lynx lynx*), амурский лесной кот (*Felis bengalensis*), кошка домашняя (*Felis catus*), амурский тигр (*Panthera tigris*), росомаха (*Gulo gulo*), барсук амурский (*Meles meles leucurus*), горноста́й (*Mustela erminea*), солонгой (*Mustela altaica*), ласка (*Mustela nivalis*), колонок (*Mustela sibirica*), хорь степной (*Mustela eversmannii*), соболь (*Martes zibellina*), норка американская (*Mustela vison*), выдра речная (*Lutra lutra*), кабан (*Sus scrofa*), косуля сибирская (*Capreolus*

pygargus), изюбрь (*Cervus elaphus*), лось (*Alces alces*). На рассматриваемой территории встречается больше видов зверей, чем в ближайших заповедниках: Зейском – 54 вида (Колобаев и др., 2000) и Хинганском – 45 видов (Дарман, 1990).

Фауна земноводных и пресмыкающихся включает 6 видов рептилий: живородящая ящерица (*Zootoca vivipara*), узорчатый полоз (*Elaphe dione*), амурский полоз (*Elaphe schrenckii*), Палласов щитомордник (*Gloydius halys*), восточный щитомордник (*Agkistrodon blomhoffii*), сахалинская гадюка (*Vipera sachalinensis*) – и 6 видов амфибий: сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii*), дальневосточная квакша (*Hyla japonica*), сибирская лягушка (*Rana amurensis*), дальневосточная лягушка (*Rana dybowskii*), монгольская жаба (*Bufo raddei*), дальневосточная жаба (*Bufo gargarizans*).

Непосредственно в зоне влияния проектируемого гидроузла отмечено 9 видов зверей: обыкновенная кутора, уссурийская белозубка, амурский еж, двухцветный кожан, красный волк, амурский тигр, амурский лесной кот, солонгой, степной хорь – и 2 вида рептилий: сахалинская гадюка и амурский полоз, – занесенных в Красную книгу Амурской области (2009). Весьма вероятно обнаружение амурского лемминга и дальневосточной бурозубки. Столь высокое для севера Амурской области видовое богатство и природоохранная значимость фауны наземных позвоночных можно объяснить пограничным зоогеографическим положением рассматриваемой территории (Ильяшенко и др., 1982) и большим разнообразием типов местообитаний.

Обязательным условием сравнительной оценки обобщенных показателей биоразнообразия является выделение и пространственная дифференциация зоны влияния гидросооружения. При этом использован комплексный подход, учитывающий: особенности рельефа, ожидаемые и наблюдаемые явления, формирование экотонов «вода-суша», факторы и интенсивность антропогенных воздействий. Заложено и отработано 15 стационаров: 11 из них, «опытные», характеризуют различные подзоны зоны влияния проектируемого водохранилища; 4 же, «контрольные», характеризуют территории, не подверженные непосредственному влиянию гидростроительства (рис. 1).

Рассмотрим критерии выделения каждой подзоны, их основные особенности и ожидаемые явления.

I. Подзона затопления включает акваторию проектируемого водохранилища при нормальном подпорном уровне (НПУ) и зону осушения при регулировании уровня водохранилища. Верхняя граница данной подзоны соответствует форсированному подпорному уровню (ФПУ). В период обследования подзона включала русло, пойму и нижние части склонов долины р. Зей. Ее площадь составляет 415.5 км². Характерны: гибель множества мелких наземных животных при затоплении ложа водохранилища; деградация речных экосистем верхнего бьефа и преобразование их в озерные; разрыв связей между речными экосистемами, расположенными выше и ниже плотины; нарушение связей между наземными экосистемами разных берегов водохранилища. В частности, ожидаются нарушения сезонных миграций и массовая гибель косуль при преодолении водохранилища.

II. Подзона существенного влияния на побережья водохранилища (ПСВ) включает прибрежные склоны, экспонированные непосредственно к проектируемому водохранилищу, прилегающие водоразделы и долины малых рек на расстоянии не менее 1.5 км и не более 5 км от НПУ. Внешнюю границу этой подзоны проводят по вершинам и гребням ближайших к водохранилищу сопкам и хребтов. Ее площадь составляет 2530 км². Характерно: наличие прибрежной полосы подтопления с кардинально меняющимися фитоценозами; усиление эрозионных процессов (оползни, обвалы, сели); существенное микроклиматическое влияние водохранилища (увеличение влажности воздуха, снижение весенне-летних температур, вызывающее замедление феноявлений у растений и беспозвоночных животных); интенсивное браконьерство и пресс охоты хищников. На склонах побережья водохранилища

для многих видов и экологических групп наземных позвоночных происходит значительное снижение показателей численности (мышевидные грызуны, насекомоядные, соболь, копытные, мелкие воробьиные птицы).

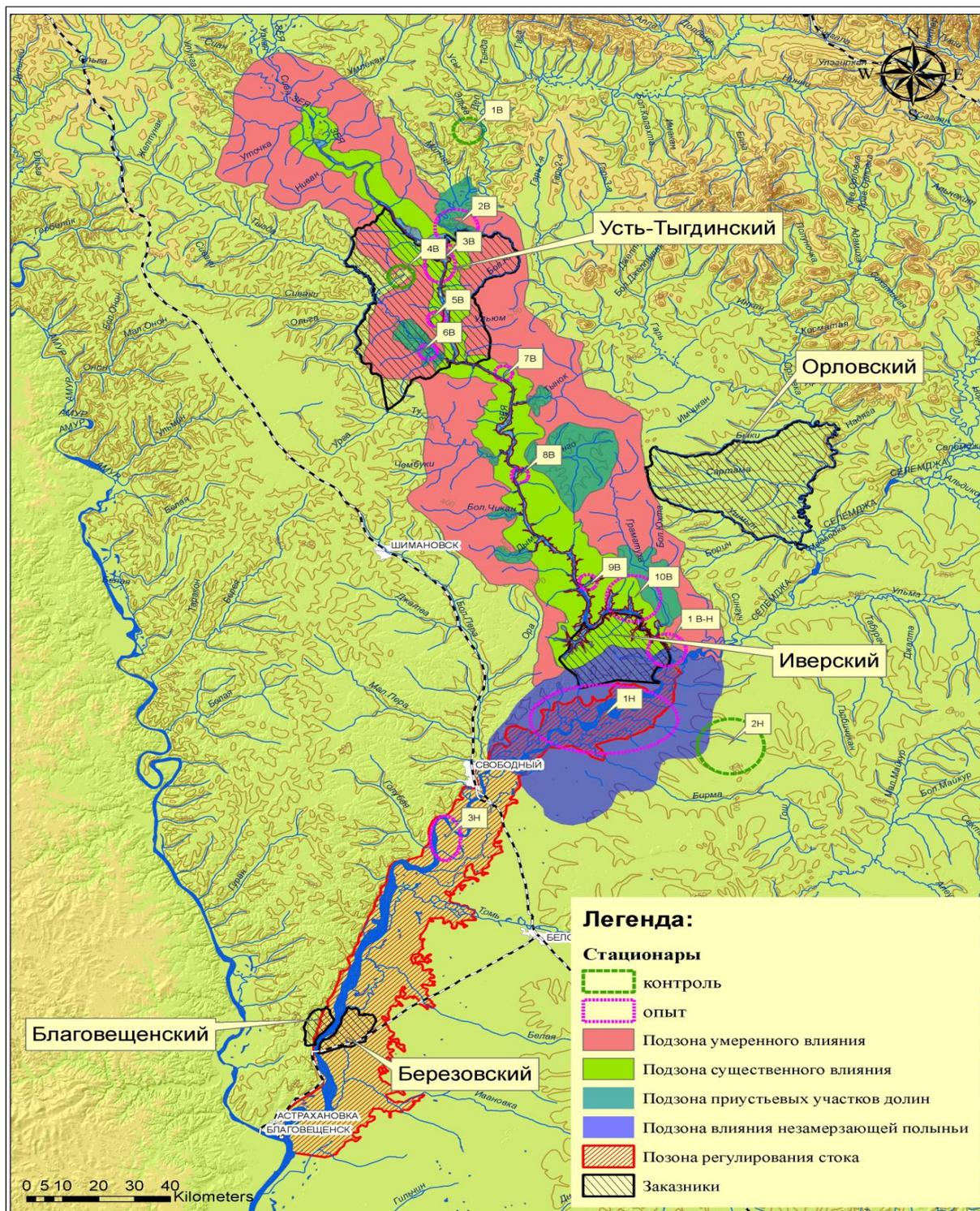


Рис. 1. Зона влияния проектируемого Нижне-Зейского гидроузла и расположение стационаров мониторинга населения наземных позвоночных. **Fig. 1.** The area, affected by projected Lower Zeya hydroscheme, and the stations for terrestrial vertebrates monitoring.

III. Подзона умеренного влияния на побережья водохранилища (ПУВ) включает территории, относящиеся к водосборному бассейну водохранилища и расположенные вне ПСВ. Внешнюю границу рекомендуется проводить по контурам водосбора водохранилища, однако она не должна быть удалена от НПУ более чем на 20-30 км. Характерно: некоторое усиление воздействия факторов беспокойства и браконьерства; увеличение частоты антропогенных лесных пожаров; временное увеличение численности наземных животных покидающих зону затопления; изменения в структуре сообществ и в системах «хищник-жертва». Помимо влияния гидростроительства на миграции косули, имеющего региональный характер, косвенное воздействие водохранилища на экосистемы в результате нарушений системы «хищник-жертва» распространяется дальше всего от его побережий. Поэтому для уточнения внешних границ целесообразно использовать сведения об охотничьих участках наиболее распространенных крупных плотоядных. На рассматриваемой территории это волк и рысь. Ожидаемая площадь данной подзоны составляет не менее 6070 км².

IV. Подзона приустьевых участков водотоков, условно называемых «живыми» долинами (ПЖД) включает поймы и прилегающие части склонов приустьевых участков долин крупных и средних притоков водохранилища. Для средних притоков водохранилищ длина участков «живых долин» составляет около 3 км; для крупных притоков водохранилищ – 10-20 км. Формируются экотонные сообщества с повышенной численностью и миграционной активностью многих видов животных: копытных, хищных, мышевидных грызунов, рыбофилов. Это явление было отмечено нами в зонах влияния Зейского и Бурейского водохранилищ. Площадь подзоны составляет 1070 км².

V. Подзона влияния незамерзающей полыньи включает русло реки, долину и прилегающие склоны на участке максимального распространения незамерзающей полыньи. Характерны следующие явления: увеличение частоты туманов, особенно в зимний период; гибель наземных животных при преодолении полыньи или тонкого льда по ее закрайкам; концентрации многих видов рыб в периоды нерестовых и нагульных миграций. В зоне влияния незамерзающей полыньи экосистемы в полной мере испытывают последствия зарегулирования стока, общие для нижнего бьефа гидроузла.

VI. Подзона влияния регулирования стока включает русло реки и ее долину на участке ощутимого регулирования стока ниже границы незамерзающей полыньи. Конфигурация подзоны уточняется в процессе мониторинга по данным о снижении частоты, продолжительности и высоты паводков. Отмечаются: уменьшение расходов в периоды паводков; изменение площади, продолжительности, календарных сроков и глубины затопления пойм; снижение среднего уровня и амплитуды колебания уровня грунтовых вод; осушодоливание части пойменных земель; заиливание пойменных озер; снижение рыбопродуктивности пойменных водоемов; снижение значимости поймы для нереста рыб; снижение успеха гнездования птиц (журавли, аисты и др.), выкармливающих птенцов мелкой рыбой.

Для выявления особенностей пространственного и биотопического распределения диких животных в пределах каждого природного участка выделены основные типы местообитаний. Для удобства обработки и анализа информации территориально и экологически близкие местообитания объединены в 17 типов местообитаний (биотопов): 1) русла и берега рек, лишенные сплошного растительного покрова или с пионерной околосводной растительностью (песчаные и галечниковые косы и пляжи); 2) акватории и берега озер, лишенные сплошного растительного покрова или с пионерной околосводной растительностью (прибрежные полосы ила, песка, гальки); 3) умеренные леса из тополя, ольхи, черемухи и прибрежные заросли ивняка с участием других кустарников. 4) полидоминантные долинные широколиственные леса; 5) переувлажненные закочкаранные луга с куртинами ивняка, местами с зарослями ерника; 6) влажные вейниково-осоковые и

осоково-вейниковые луга с участием разнотравья; 7) злаково-разнотравные суходольные луга; 8) сосновые леса, местами с примесью лиственницы и мелколиственных пород; 9) светлохвойные сосново-лиственничные и лиственнично-сосновые леса, местами с участием березы белой и других мелколиственных пород; 10) мелколиственные (березовые, осиновые, осиново-березовые) широколиственно-луготравяные леса, местами с участием лиственницы; 11) смешанные неморальные леса с участием черной березы, дуба и других широколиственных пород, местами – с участием сосны и лиственницы; 12) сухие ксерофито-разнотравные редколесья с участием дуба, черной березы, белой березы и сосны на крутых склонах; 13) зарастающие вырубki и гари; 14) поля и сеяные луга; 15) полынные и разнотравно-полынные залежи, рудеральные сообщества; 16) земли поселений сельского и городского типа; 17) пустоши на месте карьеров и полигонов золотодобычи.

Результаты и обсуждение

Для каждого обследованного биотопа (1-17), каждой единицы районирования (I-VI) получена информация о видовом составе наземных позвоночных, а также о показателях численности каждого вида. Учитывая разнородность данных об обилии различных видов и групп наземных животных, для сравнения биоразнообразия различных участков, помимо фиксированных показателей численности и плотности населения, использованы также балльные оценки обилия. На основании данных наших учетов и анализа литературных источников разработана пятибалльная шкала показателей численности, «привязанная» к количественным результатам учетов, дифференцированная для различных таксономических и экологических групп наземных позвоночных рассматриваемой территории (табл. 1 и 2).

Для определения и сравнения обобщенных показателей видового разнообразия и численности зоокомплексов различных биотопов разработан «индекс богатства животного населения» (Иб). $Иб = N \cdot 5 + S$, где N – количество видов, отмеченных в пределах биотопа; S – сумма балльных оценок обилия всех видов, отмеченных в пределах биотопа. Фактически данный индекс представляет сумму балльных оценок потенциального и реального обилия всех отмеченных видов. Он позволяет паритетно учитывать как видовое разнообразие, так и обилие каждого вида наземных позвоночных в каждом биотопе в пределах конкретной подзоны влияния водохранилища.

Для рассчитанных значений индексов (Иб), разработана шкала градаций, выраженная в баллах: (менее 80) – 1 балл; (80-99) – 2 балла; (100-119) – 3 балла; (120-139) – 4 балла; (140-159) – 5 баллов; (160-179) – 6 баллов; (180-199) – 7 баллов; (200-219) – 8 баллов; (220-239) – 9 баллов; (240-259) – 10 баллов; (260-279) – 11 баллов; (280-299) – 12 баллов; (300-319) – 13 баллов; (320-339) – 14 баллов; (340-359) – 15 баллов; (>359) – 16 баллов. В соответствии с приведенной шкалой градаций результаты расчетов Иб нанесены на соответствующие контуры местообитаний наземных позвоночных (1-17). Таким образом, создана аналитическая карта богатства животного населения наземных позвоночных, отражающая пространственное распределение обобщенных показателей разнообразия и численности (рис. 2).

Анализ полученной карты позволяет выделить несколько основных закономерностей в пространственном распределении интегральных показателей того биоразнообразия, которое найдено в зоне влияния проектируемого гидроузла 1) долина р. Зеи (включая расчетную зону затопления) представляет собой область максимального биоразнообразия на всем протяжении зоны влияния гидроузла; 2) показатели биоразнообразия постепенно увеличиваются с севера на юг; 3) по мере удаления от долины р. Зея показатели в зоне влияния верхнего бьефа постепенно снижаются; 4) для этой зоны характерна предельная контрастность в пространственном распределении показателей: участки с максимальными

Таблица 1. Градации показателей численности для основных экологических и таксономических групп млекопитающих, соответствующие балльным оценкам обилия. **Table 1.** Population indices' gradation, corresponding to the score of richness, for the main ecological and taxonomic groups of mammals.

Виды и экологические группы	Показатели численности	Балльные оценки обилия видов				
		1 балл (очень редкий вид)	2 балла (редкий вид)	3 балла (обычный вид)	4 балла (многочисленный вид)	5 баллов (массовый вид)
Бурозубки	Особей на 100 конусо-суток (к-с)	<1	1-5	6-10	11-20	>20
	Особей на 100 ловушко-суток (л-с)	<0.5	0.6-2	2.1-6	6.1-10	>10
Летучие мыши	Встреч на 1 км	<1	1-5	6-10	11-15	>15
Волк	Особей на 100 км ²	<0.1	0.2-0.3	0.4-0.5	0.5-0.7	>0.7
Обыкновенная лисица	Особей на 10 км ²	<0.1	0.2-0.5	0.6-1	1.1-2	>2
Енотовидная собака	Присутствие	<0.1	0.2-0.5	0.6-1	1.1-2	>2
Барсук	Присутствие	<0.1	0.2-0.5	0.6-1	1.1-2	>2
Росомаха	Особей на 100 км ²	<0.05	0.05-0.1	0.2-0.3	0.4-0.5	>0.5
Соболь	Особей на 10 км ²	<0.5	0.6-1.5	1.6-3	3.1-6	>6
Колонок	Особей на 10 км ²	<0.5	0.6-1.5	1.6-3	3.1-6	>6
Американская норка	Особей на 10 км берега	<0.5	0.5-1.5	1-3	3.1-6	>6
Горностай	Особей на 10 км ²	<1	1-1.5	1.5-3	3-4	>4
Ласка	Особей на 10 км ²	<1	1-1.5	1.5-3	3-4	>4
Выдра	Присутствие	+				
Бурый медведь	Особей на 100 км ²	<0.4	0.4-0.8	0.8-1.6	1.7-2	>2
Рысь	Особей на 100 км ²	<0.05	0.05-0.1	0.2-0.3	0.4-0.5	>0.5
Амурский тигр	Присутствие	+				
Мышевидные грызуны	Особей на 100 л-с	<1	1.1-2	2.1-7	7.1-15	>15
Ондатра	Особей на 1 га	<0.5	0.6-1	1.1-3	3.1-6	>6
Длиннохвостый суслик	Присутствие	+				
Бурундук	Особей на 100 л-с	<0.1	0.1-0.3	0.4-1	2-3	>3
Белка	Особей на 10 км ²	<2	2.1-5	5.1-10	10.1-15	>15
Летяга	Особей на 10 км ²	<0.5	0.6-1	1.1-4	4-6	>6
Заяц-беляк	Особей на 10 км ²	<1	1-2	3-6	7-10	>10
Северная пищуха	Особей на 100 л-с	<0.05	0.06-0.1	0.2-0.5	0.6-1	>1
Лось	Особей на 10 км ²	<0.2	0.2-0.5	0.6-1	1.1-3	>3
Изюбрь	Особей на 10 км ²	<0.5	0.5-1	1.1-2	2.1-5	>5
Косуля	Особей на 10 км ²	<0.5	0.5-3	3.1-6	6.1-12	>12
Кабарга	Особей на 10 км ²	<0.5	0.5-2	2.1-4	4.1-8	>8
Кабан	Особей на 10 км ²	<0.5	0.5-3	3.1-6	6.1-12	>12

показателями соседствуют и перемежаются с «обедненными» антропогенно-нарушенными территориями (сельхозугодья, пустоши, земли населенных пунктов и т.д.).

Для сравнительной оценки природоохранной значимости различных биотопов разработан оригинальный обобщенный «индекс природоохранной значимости» (Из). $Из = Иб + 5 \cdot (N_o \cdot 5 + S_o)$, где Иб – «обобщенный индекс разнообразия и численности (богатства) животного населения»; N_o – количество редких охраняемых видов, занесенных в Красную книгу Амурской области (2009), отмеченных в пределах биотопа; S_o – сумма балльных оценок обилия всех редких охраняемых видов, отмеченных в пределах биотопа. Данный коэффициент позволяет учитывать, как общее видовое богатство и обилие фоновых видов, так и приоритетное природоохранное значение редких охраняемых видов. Для сравнения природоохранной значимости различных подзон зоны влияния гидроузла разработан индекс «природоохранной значимости подзоны» (Изп) представляющей среднее арифметическое из всех обследованных биотопов.

Таблица 2. Градации показателей численности земноводных и пресмыкающихся, соответствующие балльным оценкам обилия. **Table 2.** Population indices' gradation, corresponding to the score of richness, for the amphibians and the reptiles.

Виды и экологические группы	Показатели численности	Балльные оценки обилия видов				
		1 балл (очень редкий вид)	2 балла (редкий вид)	3 балла (обычный вид)	4 балла (многочисленный вид)	5 баллов (массовый вид)
Сибирский углозуб	Особей на 1 га	<2	2-5	5-10	10-20	>20
Бурые лягушки (дальневосточная и сибирская)	Особей на 1 га	<5	5-10	10-20	20-50	>50
Дальневосточная квакша	Особей на 1 га	<2	2-5	5-10	10-20	>20
Живородящая ящерица	Особей на 1 га	<1	1-2	2-5	5-10	>10
Обыкновенный щитомордник	Особей на 1 га	<0.1	0.1-0.5	0.5-1.0	1-2	>2
Сахалинская гадюка	Особей на 1 га	<0.1	0.1-0.5	0.5-1	1-2	>2
Узорчатый полоз	Особей на 1 га	<0.1	0.1-0.5	0.5-1	1-2	>2
Амурский полоз	Присутствие					

На основании данных о современном состоянии животного населения, и результатах многолетних наблюдений в зонах влияния Зейского и Бурейского водохранилищ (Колобаев и др., 2000; Подольский и др., 2004) разработана серия картосхем, отражающих современное состояние и ожидаемые изменения интегральных показателей биоразнообразия (Изп) в пределах выделенных подзон зоны влияния Нижне-Зейской ГЭС (рис. 3-7).

На рисунке 3 показана исходная картина распределения индексов «природоохранной значимости» подзон (Изп) полученная по расчетам, сделанным на основании натурных наблюдений 2015-2016 гг. Наибольшие значения характерны для подзон затопления проектируемого водохранилища и подзон влияния нижнего бьефа. Кроме того, повышенные показатели биоразнообразия отмечены для Зейской долины, включая прибрежные склоны. Разнообразие, продуктивность и «природоохранная значимость» остальных зоокомплексов верхнего бьефа проектируемой ГЭС существенно ниже.

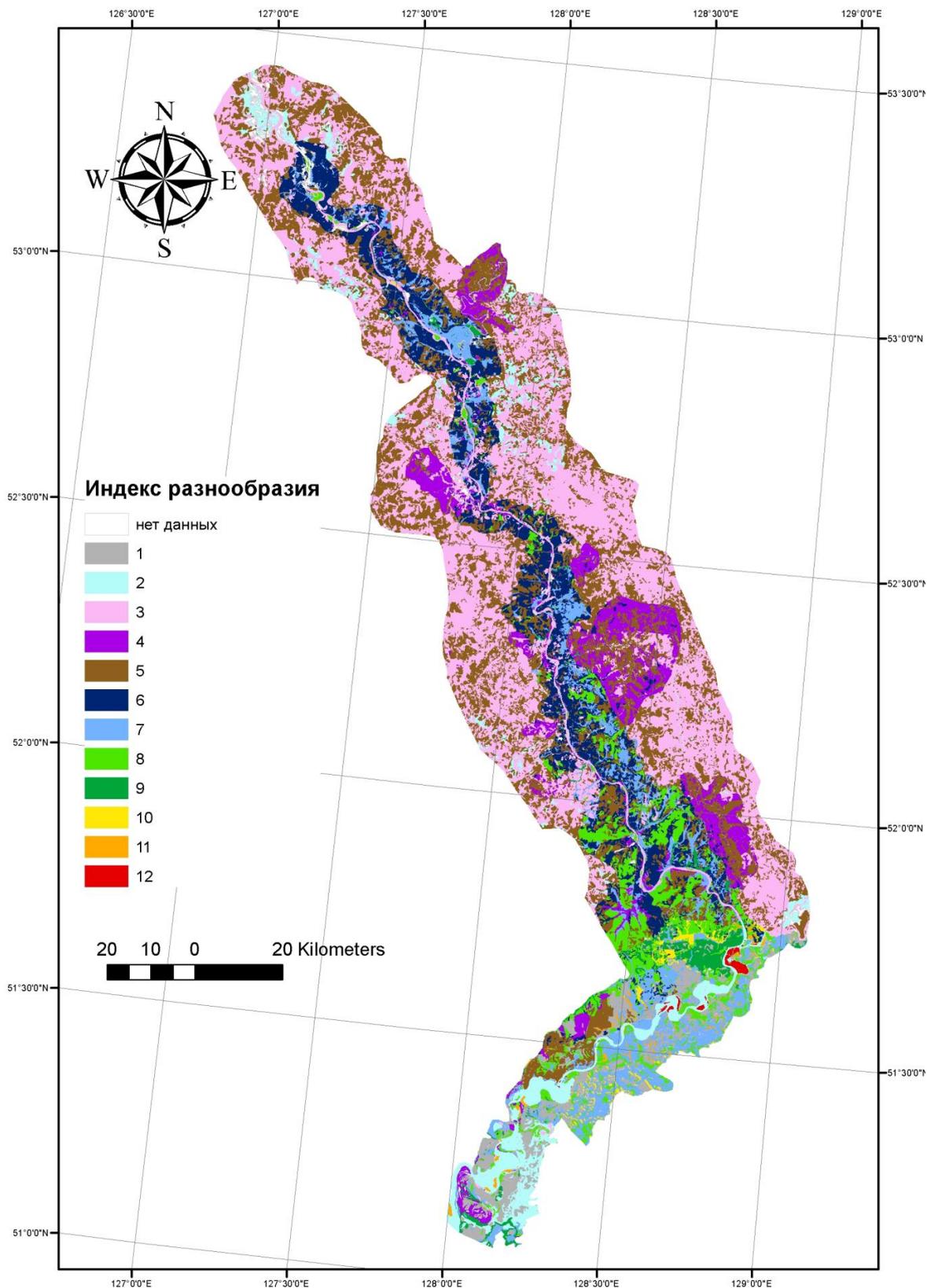


Рис. 2. Карта богатства животного населения (пространственное распределение различных значений обобщенного индекса разнообразия и численности (богатства) животного населения (Иб)). **Fig. 2.** The map of animals population's gradation (spatial distribution of different values of animals diversity and abundance's generalized index).

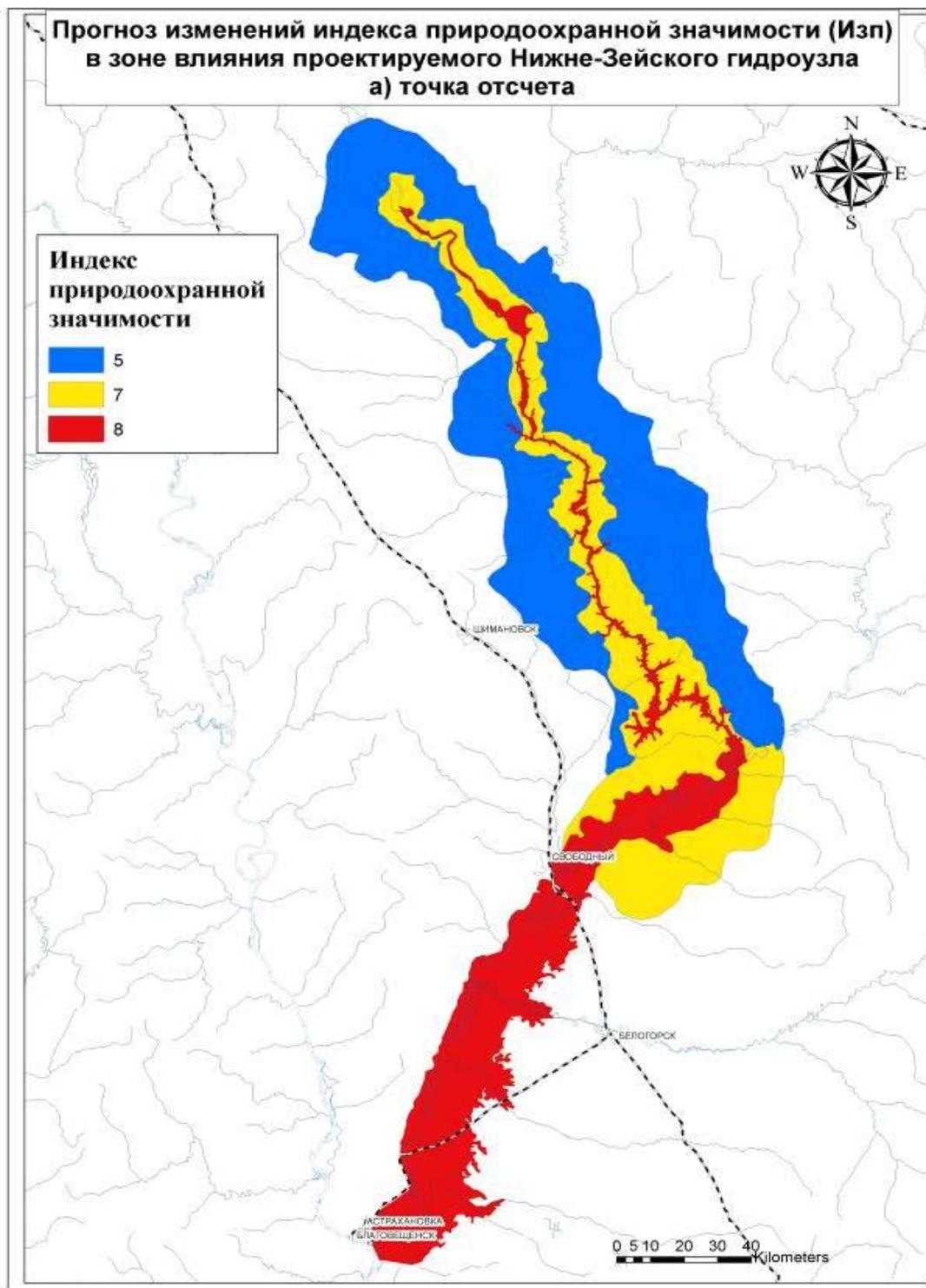


Рис. 3. Прогноз изменений индекса природоохранной значимости (Изн) в зоне влияния проектируемого Нижне-Зейского водохранилища. Точка отсчета. Условные обозначения к рис. 3-7. Градации расчетных показателей индекса (Изн): 1 – менее 80; 2 – 80-99; 3 – 100-119; 4 – 120-139; 5 – 140-159; 6 – 160-179; 7 – 180-199; 8 – 200-219. **Fig. 3.** The prognosis of changes in the environmental value index in the area, affected by projected Lower Zeya reservoir. Starting point. Legend to fig. 3-7. Gradations of index's estimates: 1 – below 80; 2 – 80-99; 3 – 100-119; 4 – 120-139; 5 – 140-159; 6 – 160-179; 7 – 180-199; 8 – 200-219.

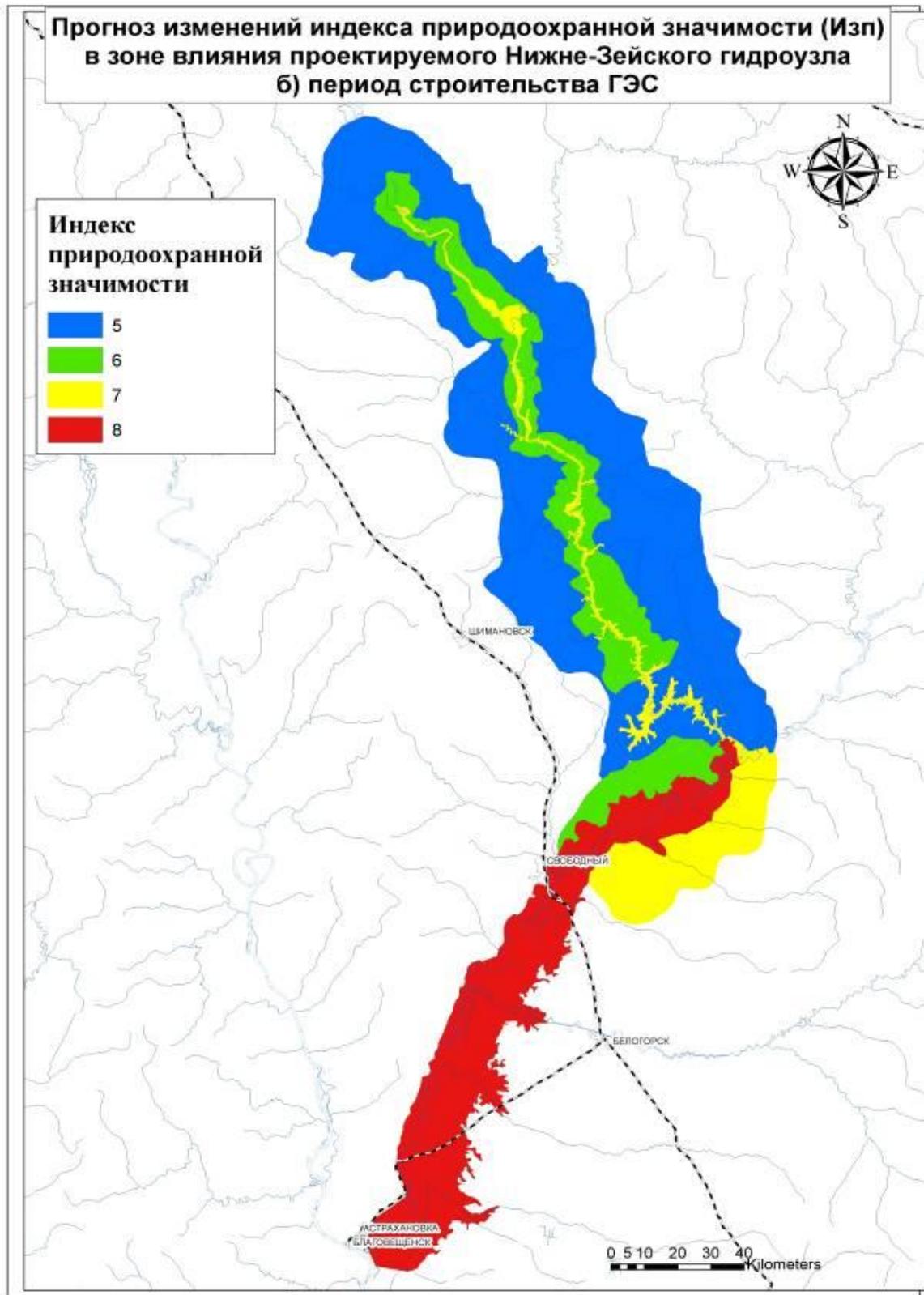


Рис. 4. Прогноз изменений индекса природоохранной значимости (Изн) в зоне влияния проектируемого Нижне-Зейского водохранилища. Период строительства ГЭС.

Fig. 4. The prognosis of changes in the environmental value index in the area, affected by projected Lower Zeya reservoir. The period of hydroscheme building.

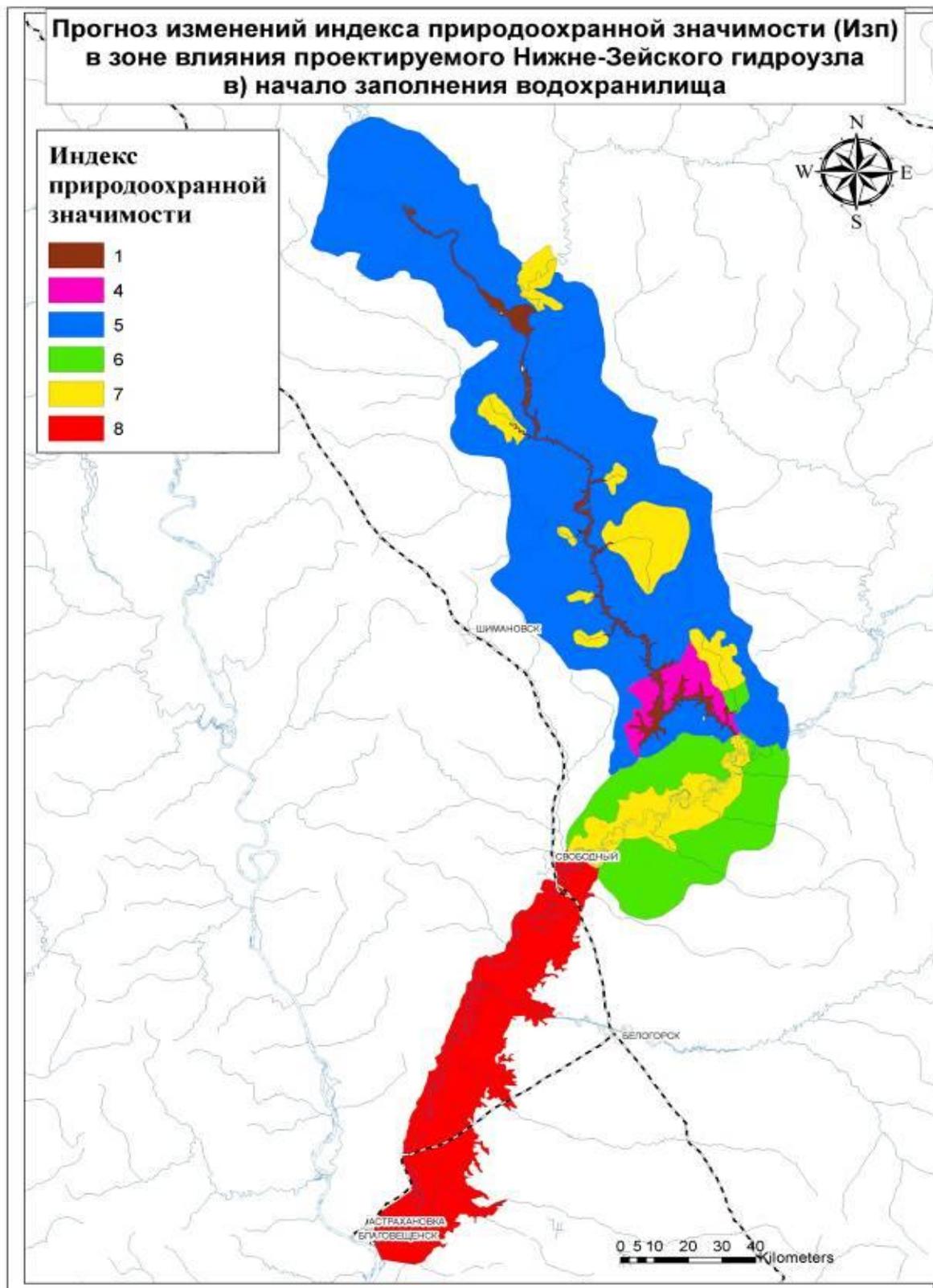


Рис. 5. Прогноз изменений индекса природоохранной значимости (Изн) в зоне влияния проектируемого Нижне-Зейского водохранилища. Начало заполнения водохранилища.

Fig. 5. The prognosis of changes in the environmental value index in the area, affected by projected Lower Zeya reservoir. The start of reservoir's filling.

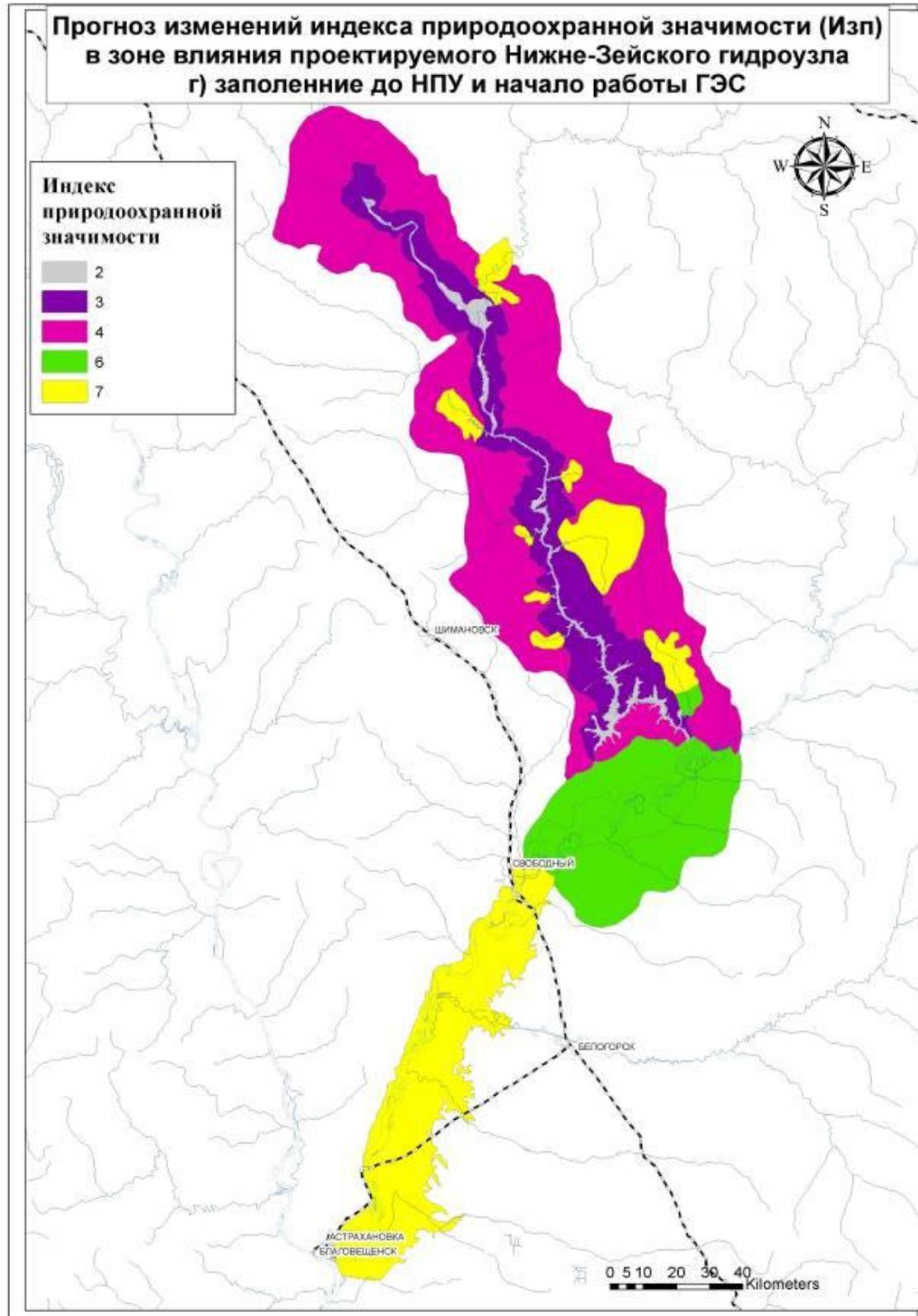


Рис. 6. Прогноз изменений индекса природоохранной значимости (Изн) в зоне влияния проектируемого Нижне-Зейского водохранилища. Заполнение до НПУ и начало работы ГЭС.
Fig. 6. The prognosis of changes in the environmental value index in the area, affected by projected Lower Zeya reservoir. The filling to the normal water level and the start of hydroscheme work.

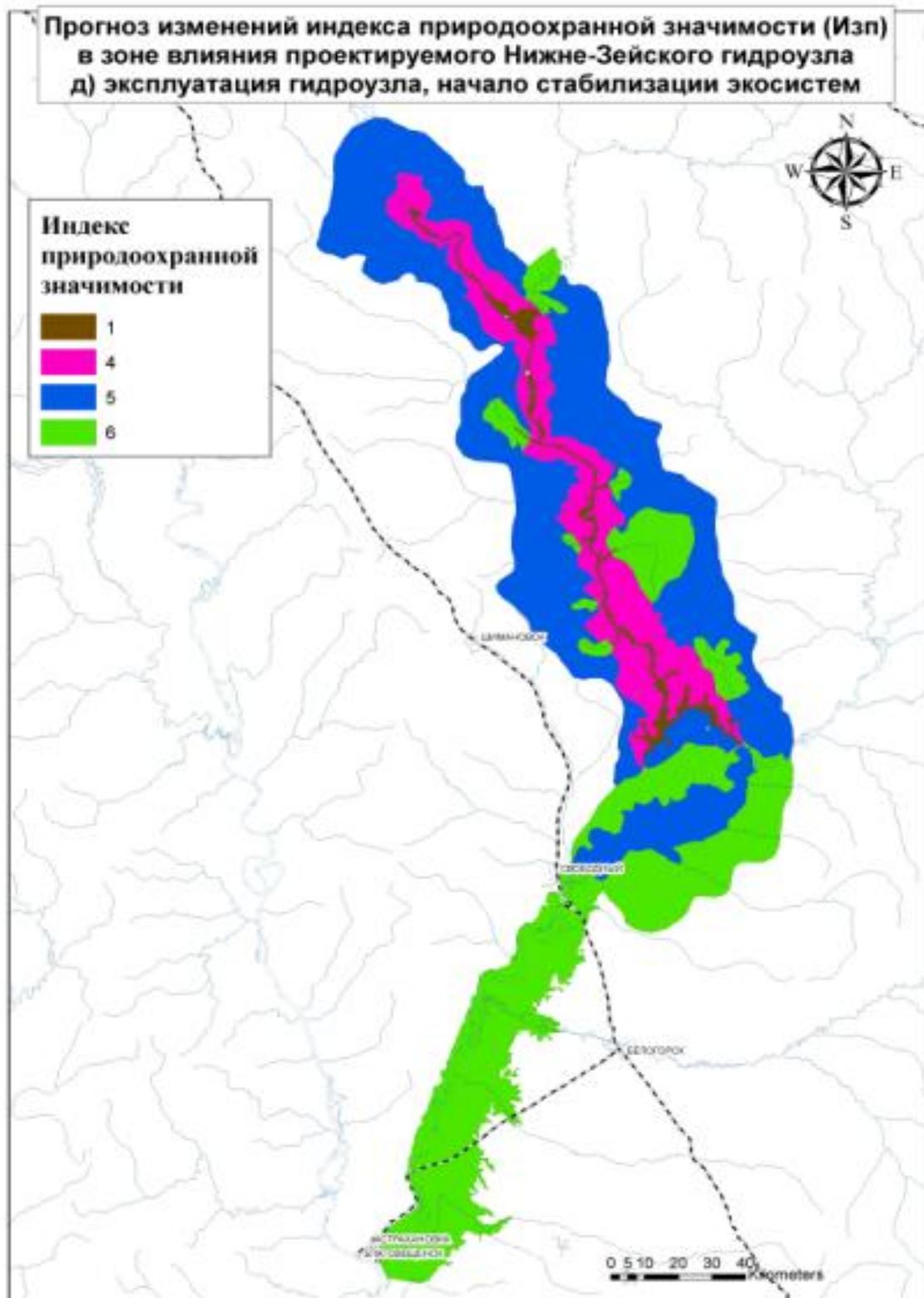


Рис. 7. Прогноз изменений индекса природоохранной значимости (ИЗп) в зоне влияния проектируемого Нижне-Зейского водохранилища. Начало стабилизации экосистемы.

Fig. 7. The prognosis of changes in the environmental value index in the area, affected by projected Lower Zeya reservoir. The start of system's stabilizing.

В период строительства плотины и подготовки ложа водохранилища (рис. 4) ожидается снижение интегральных показателей биоразнообразия в зоне лесосводки и лесочистки. Оно будет наиболее ощутимо в радиусе 20-30 км от стройплощадки.

В нижнем бьефе снижение рассматриваемых индексов будет характерно для правобережья Зей на участке от федеральной трассы до створа строящейся ГЭС, где начнется интенсивное движение транспорта. На данном этапе негативному воздействию подвергнутся, в первую очередь, промысловые животные, редкие виды, наиболее чувствительные к воздействию фактора беспокойства.

С начала заполнения водохранилища (рис. 5) зона затопления станет областью минимальных показателей биоразнообразия. Понизятся аналогичные характеристики и на прибрежных склонах (подзона «существенного влияния водохранилища»). В наибольшей степени пострадают облигатные долинские виды и виды, совершающие сезонные миграции (косуля, водоплавающие птицы и др.). Негативные тенденции будут в максимальной степени выражены на участке долины Зей вблизи плотины ГЭС. На приустьевых участках долин крупных и средних притоков водохранилищ начнется формирование «живых долин» – экотонных сообществ с повышенными показателями разнообразия, численности и миграционной активности животных (Дэп-Дутэ, Тыгда, Граматуха и др.).

В период медленного заполнения водохранилища до НПУ и начала работы ГЭС (рис. 6) продолжится снижение интегральных показателей биоразнообразия Зейской долины (зона «существенного влияния водохранилища»). Эта тенденция распространится далеко за пределы прибрежных склонов на расстояние до 20-30 км от берегов искусственного водоема (зона «умеренного влияния водохранилища»). Существенно снизится численность многих видов с «южным» типом ареала (дальневосточная квакша, дальневосточная лягушка, узорчатый полоз, дальневосточная полевка, азиатская лесная (восточноазиатская) мышь, амурский барсук, енотовидная собака, кабан, унгорская полевка, длиннохвостый суслик, солонгой, степной хорь и др.). Некоторые из них могут исчезнуть с побережий водохранилища. За счет поступления в водные экосистемы значительного объема органики с затопляемых территорий временно увеличится численность рыб озерного комплекса, а также рыбоядных видов птиц и млекопитающих. В результате несколько повысится индекс природоохранной значимости акватории водохранилища.

В период эксплуатации гидроузла (рис. 7), в случае полномасштабной реализации комплекса компенсационных мероприятий, через 20-25 лет после перекрытия плотины, следует ожидать начала стабилизации экосистем и частичного восстановления наземных зоокомплексов зоны влияния верхнего бьефа. Интегральные показатели биоразнообразия прибрежных склонов (зона существенного влияния водохранилища) заметно повысятся, хотя и не достигнут исходного уровня. Показатели продуктивности природных комплексов будут значительно (по некоторым параметрам – многократно) ниже исходных. «Живые долины» продолжают оставаться зонами повышенной численности многих видов животных, но уровень их концентрации снизится. Понизится продуктивность гидробиоценозов водохранилища, а вместе с ним – численность рыбоядных наземных позвоночных и индекс природоохранной значимости акватории. В зоне влияния нижнего бьефа гидроузла продолжится постепенное, но неуклонное снижение интегральных показателей биоразнообразия.

Создание подобных карт имеет как научное, так и практическое природоохранное значение. На основании их анализа можно объективно выделить самые уязвимые территории, а также участки наиболее значимые в природоохранном и хозяйственном отношении. Это помогает оптимально спланировать системы ООПТ и организовать щадящее природопользование в условиях гидростроительства. Так, для зоны влияния проектируемого Нижне-Зейского гидроузла разработаны предложения по созданию кластерного природного парка «Нижне-Зейский» (рис. 8).

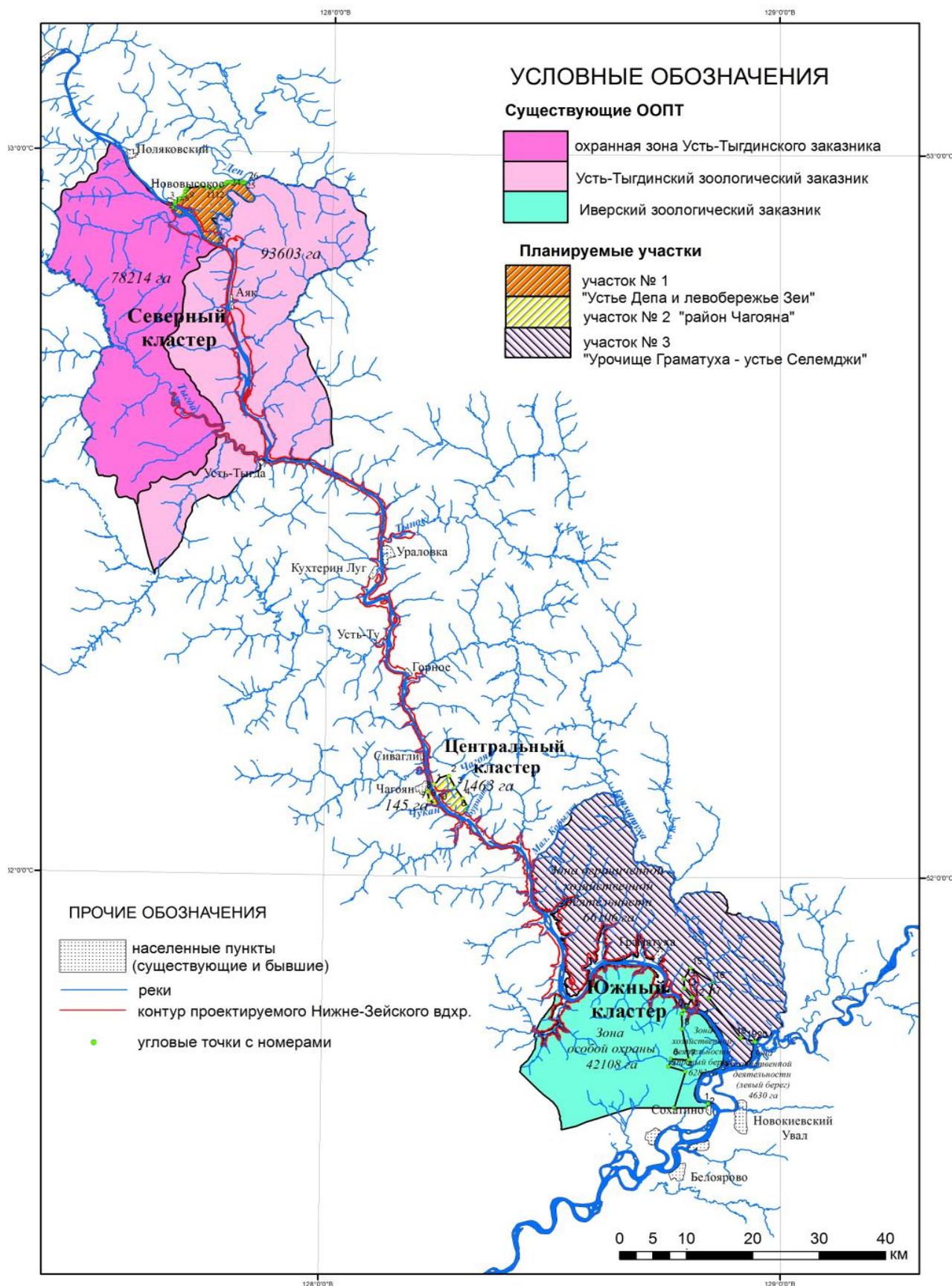


Рис. 8. Картограмма кластерного природного парка «Нижне-Зейский». **Fig. 8.** The schematic map of “Nizhne-Zeyskiy” cluster natural park.

Основу проектируемой ООПТ составят участки, выделяющиеся повышенными показателями «богатства» животного населения (Иб) среди окружающих территорий: район устья р. Деп; район от урочища Граматуха до устья р. Селемджа (рис. 2). Кроме того использование разработанных индексов позволяет более четко оценивать основные угрозы экосистемам во времени и пространстве (рис. 7).

Заключение

Приведенные аналитические и прогнозные карты показывают, что для экологической устойчивости региона, наиболее опасно нарушение Зейского экологического коридора, представляющего зону максимального биоразнообразия на всем своем протяжении (рис. 2). В бассейне Амура поймы и долины крупных рек представляют собой систему магистральных экологических коридоров, по которым идет межрегиональный обмен видами животных и растений. Один из них связан с долиной реки Зея. Сложное сочетание интра- и экстраразональных долинных биотопов обеспечивает проникновение маньчжурских видов (дальневосточная квакша, дальневосточная лягушка, амурский и узорчатый полоз, фазан, мандаринка, амурский еж, уссурийская белозубка, дальневосточная полевка, азиатская лесная (восточноазиатская) мышь, амурский барсук, енотовидная собака, дальневосточный лесной кот, кабан и др.) далеко к северо-западу, а даурско-монгольских видов (монгольская жаба, унгорская полевка, барабинский хомячок, длиннохвостый суслик, солонгой, степной хорь) – к северо-востоку от основных ареалов. До создания Зейского водохранилища некоторые виды с «южным» типом ареала проникали на север вплоть до Верхнезейской низменности и предгорий Станового хребта. После завершения строительства плотины Зейской ГЭС в 1974 г. длина Зейского экологического коридора значительно сократилась. Распространение многих «южных» видов на север стало четко ограничиваться южными предгорьями хребтов Тукурингра и Соктахан. В случае создания Нижне-Зейской ГЭС, рассматриваемый экологический коридор сократится еще почти на триста километров и будет ограничен районом устья р. Граматуха. Многие из наземных животных (дальневосточная квакша, дальневосточная лягушка, узорчатый полоз, дальневосточная полевка, длиннохвостый суслик, солонгой, степной хорь) могут практически выпасть из состава фауны побережья Нижне-Зейского водохранилища.

Кроме того, русло р. Зея играет важную роль в сезонных миграциях копытных, водоплавающих птиц и некоторых видов рыб. В многоснежные зимы через реку Зею переправляются тысячи косуль. При появлении на их пути водохранилища единовременная гибель, по разным оценкам, составит от 3 до 10 тысяч особей. Массовая гибель косуль может повторяться неоднократно. В результате Верхне-Депской, Норской и, возможно, Альдиконской популяционным группировкам косули будет нанесен невосполнимый ущерб. Из-за более поздних сроков вскрытия искусственного водоема ото льда прекратится массовая весенняя миграция водоплавающих птиц по долине реки Зеи. После завершения строительства ГЭС, с началом заполнения водохранилища полностью прекратятся миграции рыб через створ плотины.

В нижнем бьефе об угрозе экологической устойчивости природных комплексов говорит резкая неравномерность пространственного распределения показателей биоразнообразия: участки с максимальными показателями соседствуют и перемежаются с «обедненными» антропогенно-измененными территориями (рис. 2). Достаточно нарушить незначительные по площади участки с «богатой» биотой, чтобы инициировать резкое региональное снижение биоразнообразия, такие нарушения неизбежны. В результате зарегулирования стока и изменения режима колебаний уровня грунтовых вод начнется деградация пойменных лугов и пойменных лесов. Наблюдения в зонах влияния нижних бьефов Бурейского и Зейского

гидроузлов и литературные данные говорят о том, что при регулировании стока в поймах рек понижаются показатели численности и успешность размножения многих видов и групп наземных животных. Наиболее значима угроза снижения успешности гнездования дальневосточного аиста, японского и даурского журавлей (Парилов и др., 2006).

Интенсивность некоторых факторов антропогенных воздействий (браконьерство, техногенные палы, массовая гибель животных на дорогах, нерегулируемая рекреация и др.) может быть существенно снижена за счет реализации комплекса компенсационных и охранных мероприятий. Однако, невозможно эффективно компенсировать такие кардинальные изменения окружающей среды как: нарушение трансрегионального Зейского экологического коридора, нарушение путей сезонных миграций косуль и нерестовых миграций рыб, уничтожение большей части долинных местообитаний редких охраняемых видов (черный аист, касатка, нырок, Бэра, сахалинская гадюка, кутора и др.), уничтожение мест концентраций фоновых промысловых видов (косуля, гуменник, кряква и др.), деградация пойменных экосистем нижнего бьефа, сопряженная со значительным ухудшением условий обитания охраняемых видов птиц (дальневосточный аист, японский и даурский журавли и др.).

Анализ всего комплекса имеющихся данных, с использованием разработанных критериев сравнительной оценки животного населения, убедительно показывает, что создание Нижне-Зейской ГЭС связано со значительным риском потери биоразнообразия и экологической устойчивости не только на локальном, но и на региональном уровне. Негативные изменения могут в той или иной степени коснуться природных комплексов северной и центральной частей Амурской области. В настоящее время, при отсутствии острой хозяйственной необходимости в получении дополнительной электроэнергии, реализация проекта Нижне-Зейского гидроузла не отвечает потребностям устойчивого развития Дальнего Востока России, имеющим в качестве основного приоритета сохранение биоразнообразия и окружающей среды, благоприятной для проживания населения.

Авторы выражают благодарность директору Зейского заповедника С.Ю. Игнатенко и его сотрудникам за неоценимую помощь в организации и проведении полевых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Дарман Ю.А.* 1990. Млекопитающие Хинганского заповедника. Благовещенск: АмупКНИИ ДВО АН СССР. 163 с.
- Ильяшенко В.Ю., Костенко В.А., Родионов С.П., Юдин В.Г.* 1982. Хребет Тукурингра как зоогеографический рубеж // Млекопитающие СССР. Тезисы Доклада III съезда Всесоюзного териологического общества. Т. 1. М. С. 115-116.
- Колобаев Н.Н., Подольский С.А., Дарман Ю.А.* 2000. Влияние Зейского водохранилища на наземных позвоночных (амфибии, рептилии, млекопитающие). Благовещенск. 216 с.
- Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: официальное издание. 2009. Благовещенск: Издательство БГПУ. 446 с.
- Кузякин В.А., Челинцев Н.Г., Ломанов И.К.* 1990. Методические указания по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в РСФСР. М.: ЦНИЛ Главохоты РСФСР. 51 с.
- Новиков Г.А.* 1953. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. М.: Советская Наука. 503 с.
- Парилов М.П., Игнатенко С.Ю., Кастрикин В.А.* 2006. Гипотеза влияния многолетних гидрологических циклов и глобального изменения климата на динамику численности японского, даурского журавлей и дальневосточного аиста в бассейне реки Амур //

Влияние изменения климата на экосистемы бассейна реки Амур. М.: WWF России. С. 92-110.

Подольский С.А., Игнатенко С.Ю., Дарман Ю.А., Антонов А.И., Игнатенко Е.В., Кастрикин В.А., Былков А.Ф., Парилов М.П. 2004. Проблемы охраны и изучения диких животных при создании горных водохранилищ на примере Бурейского гидроузла / Ред. С.А. Подольский. М.: РАСХН. 132 с.

Подольский С.А., Игнатенко С.Ю., Игнатенко Е.В., Тиунова Т.М., Павлова К.П., Коцюк Д.В., Антонов А.И., Михеев П.Б., Шмигирилов А.П., Борисова И.Г., Старченко В.М. 2016. Методология организации и ведения мониторинга биоразнообразия в зонах влияния ГЭС на примере крупных гидроузлов Приамурья // Вестник Дальневосточного отделения РАН. № 1 (185). С. 15-25.

Поярков В.С. 1986. Методика количественного учета изюбррей во время гона // Вопросы учета охотничьих животных. М.: ЦНИЛ охотничьего хозяйства и заповедников. С. 120-123.

Русанов Я.С. 1986. Основы охотоведения. М.: Издательство МГУ. 160 с.

THE POSSIBILITIES OF COMPARATIVE ESTIMATION OF COMPOSITE INDICES OF SPECIES DIVERSITY AND ANIMAL POPULATION'S ABUNDANCE: CASE STUDY OF THE AREA, AFFECTED BY PROJECTED LOWER ZEYA HYDROSCHEME

© 2017. S.A. Podolskiy*, V.A. Kastrikin**, M.P. Parilov**,
K.P. Pavlova***, L.U. Levik****

*Water Problems Institute RAS

Russia, 119333, Moscow, Gubkina Str., 3. E-mail: sergpod@mail.ru

**Khingana Nature Reserve

Russia, 676740, Amur Region, Arkharinskiy District, Arkhara, Dorozhnyy Per., 6

E-mail: apodemus@mail.ru, mparilov@mail.ru

***Zeya Nature Reserve

Russia, 676246, Amur Region, Zeya District, Zeya, Stroitel'naya Str., 71

E-mail: pavlova_klara@mail.ru

****M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography

Russia, 119991, Moscow, GSP-1, Leninskie Gory, 1, Building 1. E-mail: lilia-levik@yandex.ru

The comparative estimation of different littoral zones' environmental importance is necessary for the developing strategy of gentle nature management in the areas, where the present and planned reservoirs are. The integral indices of biodiversity were made for the area, which is, presumably, under the influence of the projected Lower Zeya Hydroscheme. They consider the species richness and the abundance indices for every recorded animal species. This article shows the lists of the recorded mammals, reptiles and amphibians species; the scores' gradations of the species' abundance as well as the ecological groups of terrestrial vertebrate's abundance; the list of the main biotopes; the principles of zoning in the reservoir's influenced areas; the formulas of evaluation of the species diversity's integral indices and the animal's population abundance; the schematic maps of spatial distribution of the present and predictable values of richness and conservative meaning of animal species' integral indices. Also the article contains some specific recommendations for strengthening Special Protected Natural Areas system. It shows that creating of Lower Zeya hydropower plant's will cause great losses in biodiversity and ecological stability at the local and regional levels.

Keywords: species diversity, animal population, conservative meaning, Protected Areas of Russia, Lower Zeya hydropower plant.