

УДК 504.45:528.94

**К ВОПРОСУ ОЦЕНОЧНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ
СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ,
КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД****Емельянова В.П., Оленникова Н.Н.***ФГБУ «Гидрохимический институт», Ростов-на-Дону,
e-mail: info@gidrohim.com, listopadova-natalija@rambler.ru*

В статье рассмотрены вопросы оценочного картографирования в гидрохимических исследованиях. Как одно из наиболее важных направлений в этом сегменте выделено картографирование загрязненности, качества поверхностных вод. Проанализирован многолетний опыт картографирования химического состава поверхностных вод как с учетом основного химического состава, так и состава загрязняющих веществ, в том числе характерных для большинства водных объектов Российской Федерации. Рассмотрены отдельные вопросы развития оценочного направления в гидрохимическом картографировании, его методические аспекты. Подчеркнута специфика химического состава поверхностных вод, как объекта картографирования, заключающаяся в разнообразии и изменчивости состава загрязняющих химических веществ как во времени, так и в пространстве, что требует обязательного учета в оценочных исследованиях. Выделены наиболее характерные его черты. Сформулированы частное понятие оценочных гидрохимических карт, наиболее распространенные критерии оценки, оцениваемые периоды обобщения, используемые способы изображения, наиболее характерные приемы обобщения исходных данных и пр. Кратко охарактеризована с целью повышения обоснованности, информативности разрабатываемых в гидрохимических исследованиях карт целесообразность использования в качестве картографируемых показателей комплексной оценки загрязненности, качества воды водных объектов, информационная емкость которых, как правило, очень высока. Предложено использовать при подготовке гидрохимических карт систему показателей комплексной оценки загрязненности, качества поверхностных вод, внедренную по всей территории страны государственной наблюдательной сетью. Обоснована возможность и целесообразность употребления для построения оценочных гидрохимических карт удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ), классов качества, критических показателей загрязненности воды (КПЗ), коэффициента комплексности, категорий комплексности загрязненности воды и др. Приведены примеры построения карт комплексной оценки степени загрязненности воды. Сформулирован подход к технологии оценочного картографирования степени загрязненности, качества поверхностных вод с использованием комплексных оценок для бассейнов крупных рек, гидрографических районов, различных административно-территориальных образований, таких как область, экономический район, федеральный округ и пр.

Ключевые слова: поверхностные воды, химический состав, качество, загрязненность, комплексная оценка, классификация, степень загрязненности воды, картографирование

**TO THE QUESTION OF ESTIMATE MAPPING OF THE DEGREE
OF POLLUTION, THE QUALITY OF SURFACE WATER****Emelyanova V.P., Olennikova N.N.***Hydrochemical Institute, Rostov-on-Don,
e-mail: info@gidrohim.com, listopadova-natalija@rambler.ru*

The article deals with the issues of estimation mapping in hydrochemical research. Mapping of pollution and surface water quality is highlighted as one of the most important areas in this segment. The long-term experience of mapping the chemical composition of surface waters is analyzed, taking into account both the basic chemical composition and the composition of pollutants, including those characteristic of most water bodies of the Russian Federation. Separate issues of the development of the evaluation direction in hydrochemical mapping, its methodological aspects are considered. The specificity of the chemical composition of surface waters as an object of mapping is emphasized, which consists in the diversity and variability of the composition of polluting chemicals both in time and in space, which requires mandatory consideration in evaluation studies. The most characteristic features of it are highlighted. A particular concept of evaluation hydrochemical maps, the most common evaluation criteria, estimated periods of generalization, image methods used, the most characteristic methods of generalization of initial data, etc. are formulated. In order to increase the validity and informativeness of the maps developed in hydrochemical studies, the expediency of using integrated assessment of pollution and water quality of water bodies, the information capacity of which, as a rule, is very high, is briefly characterized. It is proposed to use in the preparation of hydrochemical maps a system of indicators for a comprehensive assessment of pollution, surface water quality, implemented throughout the country by the state observation network. The possibility and expediency of using the specific combinatorial index of water pollution (UKIZV), quality classes, critical indicators of water pollution (KPZ), coefficient of complexity, categories of complexity of water pollution, etc. for the construction of estimated hydrochemical maps is substantiated. Examples of the construction of maps of a comprehensive assessment of the degree of water pollution are given. An approach to the technology of estimated mapping of the degree of pollution, surface water quality using integrated assessments for large river basins, hydrographic areas, various administrative-territorial entities, such as the region, economic district, federal district, etc. is formulated.

Keywords: surface waters, chemical composition, quality, pollution, comprehensive assessment, classification, degree of water pollution, mapping

Принятие водохозяйственных решений основывается на оценке показателей качества воды, непостоянство которых во времени и пространстве приводит к необходимости использования статистических [1] и картографических подходов.

Развитие работ по картографированию загрязненности, качества поверхностных вод имеет множество тенденций, из которых важнейшими являются расширение тематики карт в сочетании с углублением содержания и усилением практической их направленности от картографирования основного химического состава и минерализации воды до составления карт оценки загрязненности поверхностных вод загрязняющими веществами [2–4]. Один из наиболее эффективных выходов тематической картографии в практику – оценочное картографирование. К основным задачам оценочного гидрохимического картографирования относятся целенаправленная идентификация, оценка, классификация загрязненности, качества поверхностных вод, отдельных компонентов, элементов не только их основного химического состава, но и состава характерных загрязняющих веществ. При оценочном подходе картографируемые явления получают новое освещение с точки зрения экологической, практической значимости. Гидрохимические карты начали составляться не только на основе фактических материалов о химическом составе воды водных объектов, но и путем использования различных приемов их обработки.

Цель исследования – способствовать развитию оценочного гидрохимического картографирования путем внедрения при обобщении данных о загрязненности, качестве поверхностных вод, учитывая их многокомпонентность и сложность интерпретации их химического состава, показателей комплексной оценки качества воды водных объектов. Для совершенствования технологий представления данных о степени загрязненности, качестве поверхностных вод, форм и содержания информационной продукции, подготавливаемой государственной наблюдательной сетью, разработать, применительно к условиям и задачам её функционирования, как один из возможных вариантов, процедуру наглядного картографического представления данных о степени загрязненности, качестве воды водных объектов для различных видов территориальных образований – областей, экономических районов, федеральных округов, речных бассейнов, гидрографических районов

с использованием показателей комплексной оценки как элемента информационной основы для принятия управляющих решений в области охраны поверхностных вод от загрязнения.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования послужили выборки результатов оперативной обработки первичной режимной гидрохимической информации о качестве поверхностных вод Российской Федерации приоритетными химическими веществами. Расчетные данные относительных гидрохимических показателей комплексной оценки загрязненности воды водных объектов, полученные с использованием программного комплекса «Гидрохим ПК. UKISV-сеть» в соответствии с РД 52.24.643-2002. Многолетняя режимная гидрохимическая информация, полученная государственной наблюдательной сетью Росгидромета.

Методы исследования – анализ и обобщение литературных данных в области оценочного гидрохимического картографирования. Метод комплексной оценки загрязненности, качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Статистические методы обработки результатов химического анализа поверхностных вод в годовом режиме. Анализ воды различных выборок режимной гидрохимической информации, получаемой государственной наблюдательной сетью (ГНС) на водных объектах разной категории водности (малые, средние, большие), в створах, в пунктах стационарных режимных наблюдений за химическим составом воды различной от I до IV категории, в каждом гидрографическом районе, различных территориальных образованиях. Поиск возможно более широкого информационного наполнения карты специальным содержанием для обеспечения потребителей разносторонней, хорошо обоснованной, достаточной для принятия управляющих решений информацией в области охраны поверхностных вод от загрязнения.

Результаты исследования и их обсуждение

«Оценочными гидрохимическими» в общем случае можно считать такие прикладные карты водных ресурсов, главное содержание которых составляет целенаправленная оценка химического состава воды водных объектов применительно к решению определенных практических задач. С одной стороны, они должны отражать все

положения оценочного картографирования природных ресурсов. В то же время используемые при построении оценочных гидрохимических карт принципы и методика оценки качества поверхностных вод должны непременно учитывать и специфические черты, индивидуальность предъявляемых к ним, как к особому природному ресурсу, требований. Должна быть обеспечена обоснованность, представительность метода обработки гидрохимических данных, используемой классификации, метода оценки загрязненности воды отдельных ее компонентов или интегральной оценки степени загрязненности с точки зрения пригодности, полезности для деятельности и жизни человека.

По сравнению с картографированием химического состава воды водных объектов, сформировавшегося в их естественном состоянии [5], оценочное картографирование расширяет и усложняет характеристику отображаемых состояний водных ресурсов. При оценочном подходе картографируемые явления получают новое освещение с той или иной практической точки зрения, т.е. для оценочных карт характерна целевая направленность. Под общим названием карты оценки загрязненности, качества поверхностных вод могут объединяться множество гидрохимических карт от характеризующих отдельные компоненты химического состава до их однородных групп и т.д. и, наконец, высоко информативных вариантов, основывающихся на использовании комплексных показателей.

Составление оценочной гидрохимической карты – методически сложная задача. Кроме того, это сложный, объемный процесс, включающий получение и анализ, как

правило, большого количества разнородной первичной информации. Выбор методов оценочного гидрохимического картографирования, средств изображения определяется главным образом тематикой конкретной карты. Карты, посвященные одной и той же теме, могут заметно различаться по объему, характеру, насыщенности специальным содержанием.

В гидрохимии наиболее распространены оценочные карты поверхностных вод по отдельным составляющим их качества. Они отображают, как правило, уровень, реже распространенность загрязненности воды оцениваемым показателем качества воды, позволяют выделить зоны экстремального антропогенного воздействия, оценить различия загрязненности в территориальном аспекте, наглядно показывают происходящие изменения содержания отдельных загрязняющих веществ во временном аспекте (рис. 1).

Другой вариант из наиболее распространенных оценочных карт содержит обобщение информации по группам однородных химических веществ, например, биогенные вещества и др., дает наглядное представление о характере основных видов загрязненности и его распределении во времени и пространстве. Такие карты показывают, какие загрязняющие вещества являются характерными для картографируемых водных объектов, сколько веществ из числа наблюдаемых относятся к загрязняющим, каков диапазон фиксируемых концентраций по каждому из веществ, степень их отклонения от государственных нормативов и др. Информационная емкость этих карт существенно выше, чем предыдущих.

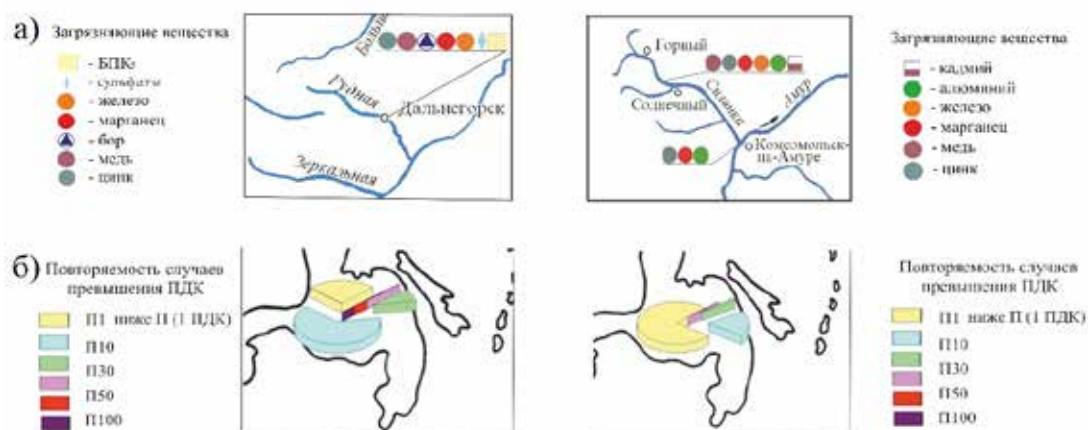


Рис. 1. Фрагменты карт: а) Распределение наиболее распространенных загрязняющих веществ в воде водных объектов Приморского края в 2018 г.; б) Соотношение повторяемостей превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) разного уровня соединений железа и нефтепродуктов в поверхностных водах Тихоокеанского гидрографического района Российской Федерации в 2018 г.

Анализируя картографические работы в области оценки качества поверхностных вод, можно охарактеризовать их следующим образом: исходными данными при построении оценочных гидрохимических карт служат результаты химического анализа воды водных объектов в определенных пунктах, створах наблюдений, отражающие реальное качество воды водных объектов в точке отбора пробы; карты строят для различных временных множеств – по гидрологическим сезонам, годовые, за многолетний период; обобщение исходных данных в большинстве случаев проводят осреднением, выбором экстремальных значений, использованием концентраций различной степени обеспеченности, пересчетом концентраций загрязняющих воду веществ на наиболее жесткие условия водности и т.д.; оценку качества воды осуществляют по отдельным ингредиентам, по группам веществ, сформированным в зависимости от цели оценки и характера загрязненности воды, по комплексам показателей химического состава поверхностных вод; в качестве критериев оценки качества воды чаще используются функционирующие в стране предельно допустимые концентрации, реже градации значений концентраций, фоновые концентрации и др.; применяют, как правило, два способа изображения: показ компонентов загрязнения значками, приуроченными к точке наблюдения; изображение количественных и качественных характеристик водного объекта линейными знаками вдоль русла.

Содержание любой оценочной карты включает географическую основу и специальную нагрузку, по объему и характеру которой карты оценки качества поверхностных вод могут существенно различаться. В содержании оценочных карт могут сочетаться частные показатели состава поверхностных вод с интегральной оценкой. Будем считать, что оценочные гидрохимические карты – это карты, главным содержанием которых является целенаправленная оценка химического состава поверхностных вод применительно к решению определенных практических задач.

В настоящее время оценочное картографирование загрязненности поверхностных вод развивается разобщенно, без должных методических и теоретических разработок как по существу содержания карт, так и по форме их отображения. Недостаточно изучены такие вопросы, как обоснование принципов отбора и обобщения показателей картографирования, содержание классифи-

кций и систем оценок, установление принципов сочетания и комплексирования показателей на одной карте и т.д. В определенной мере эти вопросы решает использование показателей комплексной оценки загрязненности, качества поверхностных вод [6, 7].

Понятие «комплексная оценка качества воды водных объектов» предполагает сведение всего или части многообразия характеристик химического состава к одному или нескольким относительным показателям. «Комплексная оценка загрязненности, качества поверхностных вод» – это представление о степени загрязненности воды либо ее качестве, однозначно отражающее через ту или иную систему формализованных показателей в той или иной форме всю либо определенным образом ограниченную совокупность характеристик состава и свойств воды относительно количественных характеристик, чаще нормативов. Из числа существующих в настоящее время весьма информативен, прост и удобен для оценочного картографирования метод комплексной оценки загрязненности, качества поверхностных вод, либо выделенных по его значениям класса качества на основе удельного комбинаторного индекса загрязненности воды УКИЗВ [7]. Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) условно оценивает в виде безразмерного числа долю загрязняющего «эффекта», вносимого в общую степень загрязненности воды, обусловленную одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ, в среднем одним из учтенных при расчете ингредиентов или показателей качества. Основой этого метода является однозначная оценка качества воды, степени загрязненности воды для любого водного объекта в точке отбора проб воды за ограниченный отрезок времени и на её основе классифицирования воды по качеству в виде пятиступенчатой классификации.

Обеспеченность метода программой расчёта «Гидрохим ПК. UKISV-сеть» позволяет получать необходимую информацию заданной точности, учитывающей различия чувствительности методов определения в воде концентраций и уровни содержания химических веществ в поверхностных водах. Получаемые по методу комплексные оценки обладают высокой информативностью, т.е. минимальное количество гидрохимических данных, используемых для их построения, обеспечивает максимально полную, надежную и сопоставимую информацию о качестве поверхностных вод,

их анализ и обобщение. Этот методический подход многие годы использовался для оперативной подготовки обобщающих публикаций [8, 9] по материалам государственной наблюдательной сети (ГНС). Строгая увязка сети пунктов и створов гидрохимических наблюдений с размещением на них водопользователей, а также увязка перечня определяемых веществ со спецификой состава сточных вод, сбрасываемых в водный объект основными водопользователями, позволяет считать данные выборки достаточно репрезентативными [10].

При выборе способов картографического отображения степени загрязненности, качества воды водных объектов могут учитываться и локализованный по руслу (линиям) и по точкам (створам) характер распространения химического состава картографируемых водных объектов – водотоков или водоемов (рис. 1, а, б). Повышенной информационной емкостью обладают карты-схемы классов качества воды водных объектов по классификации, их динамика [9] (рис. 2, а, б). Обработанные таким образом аналитические данные могут быть показаны на картах-схемах в районе наиболее важных в промышленно-хозяйственном отношении пунктов наблюдений, по бассейнам, для территорий административных делений и пр. в виде одинаково ориенти-

рованных немасштабных кубических знаков, на лицевой грани которых отображены классы качества вод от 1-го – «условно чистая» до 5-го – «экстремально грязная». В левом нижнем углу лицевой грани указан номер пункта на карте-схеме с пояснительным текстом к данному рисунку. На правой грани кубических знаков показаны критические показатели загрязненности воды, на верхней грани – специфические загрязняющие вещества. Примеры практического построения оценочных гидрохимических карт за многолетние периоды показаны в виде круговых диаграмм и др.

Построение оценочной гидрохимической карты предполагает возможность применения в качестве картографируемых различных оценочных показателей из системы оценки [7] или их сочетаний, совмещенных с поингредиентными оценками и пр. Из числа имеющихся в настоящее время эта группа сопряженных коэффициентов (УКИЗВ, КПЗ, степень загрязненности, классы качества) выбрана в связи с высокой информативностью, простотой и удобством использования при построении карт, легкостью интерпретации, обоснованностью и методической завершенностью процедуры их расчета, наличием положительных результатов многолетней апробации на водных объектах страны.

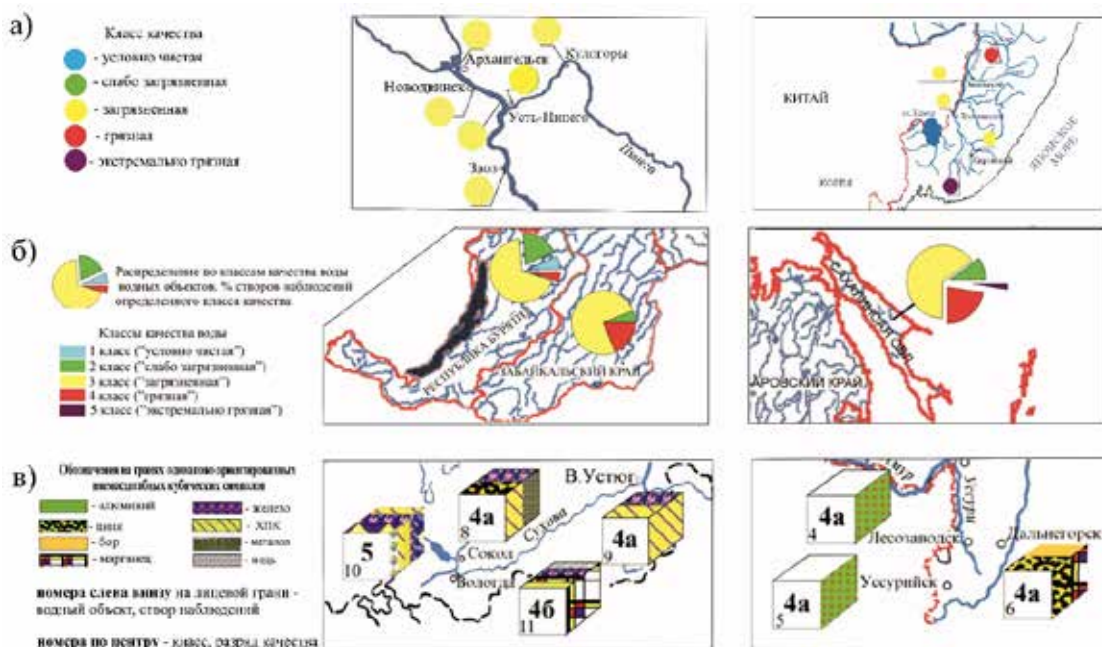


Рис. 2. Фрагменты карт: а) Комплексная оценка поверхностных вод рек Северо-Европейской части России и Приморского края в 2018 г.; б) Комплексная оценка качества поверхностных вод Дальневосточного федерального округа в 2018 г.; в) Комплексная оценка качества поверхностных вод Северо-Западного и Дальневосточного экономических районов в 2018 г. [9]

Рекомендуемые показатели картографирования	Современное состояние	Многолетний период
Характер передачи состояния объектов	Статика (календарный год), пространственная динамика	Динамика временная, пространственная (по площади территориального образования)
Тип картографируемых показателей	Качественный, количественный	Количественный, качественный
Характер локализации явлений	В створах, пунктах	На площадях, континуальная
Средства картографического отображения	Способ знаков, локализованных в створах, пунктах наблюдений	Способ качественного фона
Картографируемые гидрохимические показатели		
<p>1. Класс качества воды - условное разделение всего диапазона состава и свойств воды водных объектов в условиях антропогенного воздействия на различные классы качества с постепенным переходом от 1 класса вод наилучшего качества до 5 класса худшего качества для конкретных видов водопользования</p> <p> <input type="checkbox"/> 1 класс ("условно чистая") <input type="checkbox"/> 2 класс ("слабо загрязненная") <input type="checkbox"/> 3 класс, разряд "а" ("загрязненная") <input type="checkbox"/> 3 класс, разряд "б" ("очень загрязненная") <input type="checkbox"/> 4 класс, разряд "а" ("грязная") <input type="checkbox"/> 4 класс, разряд "б" ("очень грязная") <input type="checkbox"/> 5 класс, разряд "а" ("очень грязная") <input type="checkbox"/> 5 класс ("экстремально грязная") </p>	<p>1.1 Отображают круговыми знаками створы наблюдений за химическим составом с наихудшим классом качества воды и наибольшей степенью загрязненности воды</p> <p>1.2 Отображают круговыми знаками створы наблюдений за химическим составом воды с наилучшим качеством и наименьшей степенью загрязненности воды</p> <p>1.3 Классы качества отображают круговыми знаками, диаметр которых должен количественно отражать значения УКИЗВ</p>	<p>1. Степень преобладания класса, разряда качества воды (Ппр, %), водных объектов территориального образования за оцениваемый многолетний период</p> <p>1.1 Степень преобладания (Ппр, %) вод определенной категории степени загрязненности - это преобладающее в годовых циклах в течение оцениваемого многолетнего периода число створов наблюдений при равной или близкой по значениям встречаемости случаев загрязненности воды, одной или более определенной категории (от "условно чистой" до "экстремально грязной")</p> <p>2.1 Отображают наиболее характерную в течение многолетнего периода, определенную по "степени преобладания", чаще встречаемую в каждом году в течение многолетнего периода степень загрязненности воды водных объектов, характерную для определенной территории</p> <p>3.1 Отображают встречаемость пунктов наблюдений, вода в которых оценивается как наиболее грязная для данной территории (степень преобладания, %) в течение многолетнего периода нанесением на всей территории с использованием качественного фона</p> <p> <input type="checkbox"/> "условно чистая" <input type="checkbox"/> "слабо загрязненная" <input type="checkbox"/> "загрязненная" <input type="checkbox"/> "очень загрязненная" <input type="checkbox"/> "грязная" <input type="checkbox"/> "очень грязная" <input type="checkbox"/> "экстремально грязная" </p>
<p>2. Степень загрязненности воды - условное разделение всего диапазона состава и свойств воды водных объектов в условиях антропогенного воздействия с постепенным переходом от "условно чистой" до "экстремально грязной" по значениям комбинаторного индекса загрязненности воды с учетом ряда дополнительных факторов</p> <p> <input type="checkbox"/> "условно чистая" <input type="checkbox"/> "слабо загрязненная" <input type="checkbox"/> "загрязненная" <input type="checkbox"/> "очень загрязненная" <input type="checkbox"/> "грязная" <input type="checkbox"/> "очень грязная" <input type="checkbox"/> "экстремально грязная" </p>	<p>2.1 Отображают цветом значков в створах наблюдений с наибольшей, наименьшей и наиболее распространенной степенью загрязненности воды водных объектов</p> <p>2.2 Диаметр значков должен быть пропорционален значению УКИЗВ:</p> <p>- внешний диаметр значка показывает максимальное значение УКИЗВ на современном уровне; - внутренний диаметр значка показывает минимальное значение УКИЗВ</p>	<p>3.2 Степень преобладания, встречаемость пунктов наблюдений, вода в которых близка (не менее, чем на 5-10 %) к встречаемости преобладающих значений, дополнительно отображают нанесением на фоне площадного заполнения знаками дополнительно к указанным в условных обозначениях года</p> <p>3.3 Если наблюдали в отдельные годы, то локально с указанием года наносят на фоновое заполнение дополнительно штриховку</p> <p>3.4 Если современный фон отличается от многолетнего больше, чем на 5-10 %, делают два рисунка раздельно - за многолетний период и современный (последний год)</p>
<p>3. Критические показатели загрязненности воды - ингредиенты или показатели загрязненности воды, которые обуславливают перевод воды по степени загрязненности в класс "экстремально грязная" на основании значения рассчитываемого по каждому ингредиенту оценочного балла, учитывающего одновременно значения наблюдаемых концентраций и частоту их обнаружения</p> <p> <input type="checkbox"/> - железо <input type="checkbox"/> - азот нитритный <input type="checkbox"/> - азот аммонийный <input type="checkbox"/> - бор <input type="checkbox"/> - марганец <input type="checkbox"/> - медь <input type="checkbox"/> - цинк <input type="checkbox"/> - алюминий </p>	<p>3. Отображают знаками, приуроченными к створам наблюдений, где фиксируют их наличие</p>	
<p>4. Динамика загрязненности воды в створах наблюдений - тенденция изменения степени загрязненности воды за многолетний период в створах наибольшего и наименьшего загрязнения</p> <p> <input type="checkbox"/> - улучшение <input type="checkbox"/> - ухудшение <input type="checkbox"/> - стабилизация </p>	<p>4. Показывают тенденцию изменения степени загрязненности воды за многолетний период в створах наибольшего и наименьшего загрязнения преобладающую направленность значений УКИЗВ:</p> <p>- значения УКИЗВ уменьшаются; - значения УКИЗВ возрастают; - значения УКИЗВ меняются незначительно</p>	

Рис. 3. Методологические подходы к составлению карт загрязненности поверхностных вод различного вида территориальных образований с использованием показателей комплексной оценки воды водных объектов по створам наблюдений

Одной из важнейших задач, выполняемых в той или иной мере показателями комплексной оценки загрязненности, качества поверхностных вод является подготовка аналитической информации по широкому набору наблюдаемых ГНС в поверхностных водах показателей качества воды для представления государственным органам и заинтересованным организациям в удобной, легко интерпретируемой и доступной для восприятия научно обоснованной форме.

Проблемным моментом их внедрения в этой сфере является автоматизация употребления показателей комплексной оценки при построении карт для характеристики однозначной оценки качества поверхностных вод территориальных образований, например различных административных делений (округов, областей и пр.), а также речных бассейнов, поскольку антропогенные факторы формирования состава загрязняющих поверхностных вод веществ носят локальный характер, т.е. надежно отражают толь-

ко данные в створе или пункте наблюдений. Использовать непосредственно усредненные значения этих оценочных показателей для наглядного площадного отображения оценки загрязненности поверхностных вод территорий, участков или акваторий водных объектов, их бассейнов неверно. С этой целью предлагается в качестве исходной для картографирования при оценке степени загрязненности поверхностных вод территориального образования любого вида за многолетний период использовать формализованную оценочную характеристику «степень преобладания» в поверхностных водах той или иной загрязненности воды в многолетнем ряду ежегодно рассчитываемых внутригодовых оценок, т.е. встречаемость створов, в которых эта или иная «степень загрязненности» наблюдается.

«Степень преобладания ($P_{пр}, \%$)» в воде водных объектов, как формализованная оценочная характеристика загрязненности воды многолетнего периода, это ежегодно фиксируемое в течение многолетнего периода наибольшее количество створов наблюдений,

выраженное в процентах от их общего числа, т.е. преобладание относительно других «степеней загрязненности воды», также обнаруживаемых, но реже фиксируемых в поверхностных водах того или иного территориального образования, одного, редко двух качественных состояний.

Основные подходы к составлению карт загрязненности, качества поверхностных вод за многолетний период различного вида территориальных образований приведены на рис. 3.

По данным государственной наблюдательной сети ФГБУ «Камчатское УГМС» и ФГБУ «Приморское УГМС» проведена оценка распределения створов наблюдений за качеством поверхностных вод Камчатского и Приморского краев (в %) по степени загрязненности и классам качества воды (таблица). На основании полученных данных выделены преобладающие категории (наибольшая встречаемость, %) степени загрязненности за каждый год и с учетом этих данных за многолетний период (рис. 4).

Распределение створов наблюдений (в %) по степени загрязненности,
классам качества воды водных объектов
Камчатского и Приморского краев за многолетний период

Годы	Классы, разряды качества воды, % створов									П _{пр} , % загрязненная	П _{пр} , % очень загрязненная	П _{пр} , % грязная
	1-й	2-й	3-й		4-й				5-й			
			разряд «а»	разряд «б»	разряд «а»	разряд «б»	разряд «в»	разряд «г»				
условно чистая	слабо загряз- ненная	загряз- ненная	очень загряз- ненная	грязная		очень грязная		экстре- мально грязная				
Камчатский край												
2015		13,8	68,9	13,8	3,56					68,9		
2016		3,40	69,0	27,6						69,0		
2017		10,3	62,1	27,6						62,1		
2018		10,0	69,0	21,0						69,0		
2019		17,3	72,4	10,3						72,4		
2020		3,40	69,0	20,7	6,90					69,0		
2021		20,7	58,6	17,2	3,50					58,6		
Приморский край												
2015		5,00	21,1	26,3	21,1	21,1	5,20	5,20				42,2
2016			15,0	25,0	25,0	25,0						50,0
2017			25,0	15,0	35,0		10,0		5,00			35,0
2018		5,25	20,0	10,5	31,6	21,1	5,25					52,7
2019		16,0	26,5	15,0	26,5	10,0	5,00					36,5
2020		15,8	21,0	31,6	31,6						31,6	31,6
2021		5,25	15,8	31,6	31,6	2,25	10,5					36,9

Примечания:

1. Таблицы составлены по данным ГНС ФГБУ «Камчатское» и ФГБУ «Приморское УГМС».
2. Цветом выделены сведения о категории загрязненности поверхностных вод Камчатского и Приморского краев с наибольшей степенью преобладания (% створов) за многолетний период

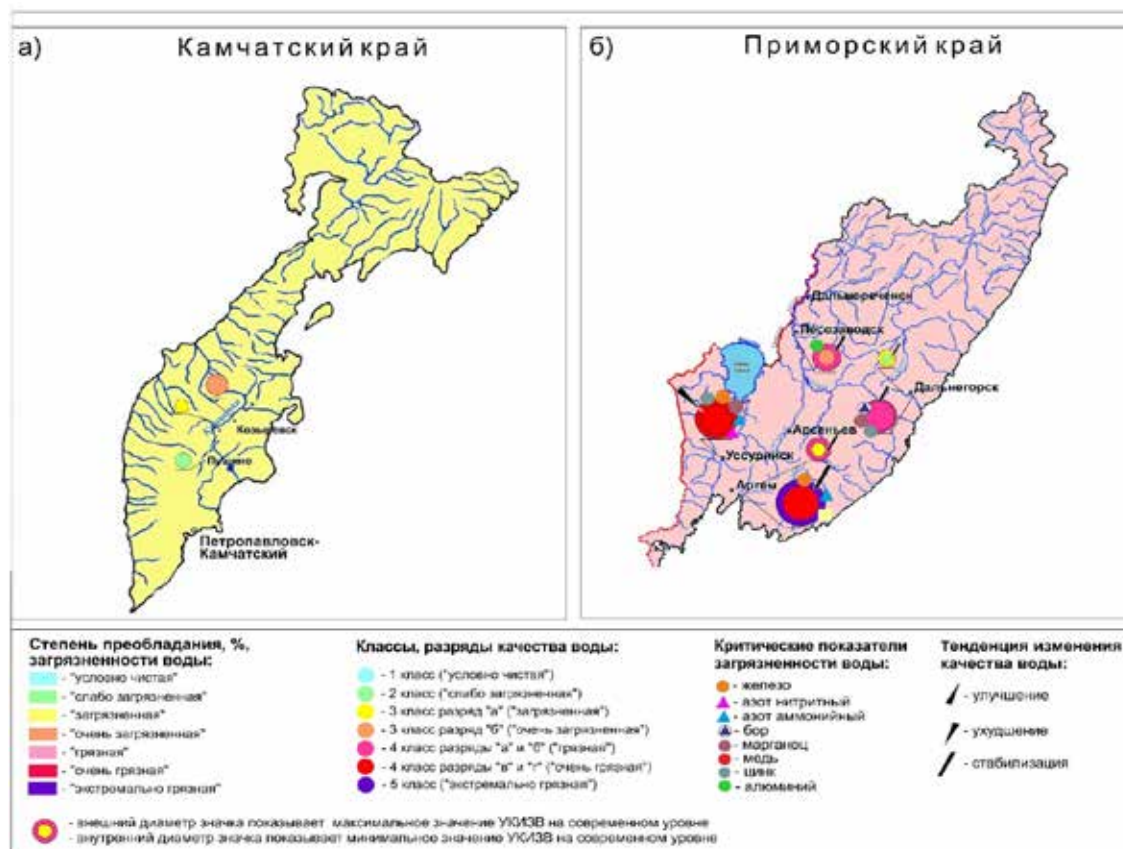


Рис. 4. Степень загрязненности, качество воды водных объектов
а) Камчатского и б) Приморского краев за многолетний период (2015–2021 гг.)

Заключение

Рассмотренные в статье приемы составления карт оценки загрязненности, качества поверхностных вод представляют собой лишь некоторый опыт оценочного гидрохимического картографирования. По этой тематике могут быть получены серии карт подобного типа. Составление их может идти по следующим направлениям: составление карт, посвященных детальной оценке отдельных компонентов качества водной среды; составление карт, отображающих обобщенную оценку всей совокупности компонентов химического состава природных вод или характерных типов сочетаний этих компонентов; составление карт состояния по интересующим группам веществ целевой направленности; составление серий карт с целью выявления динамики загрязненности вод и т.д.

Приведенные данные свидетельствуют о целесообразности, допустимости и перспективности широкого применения картографических приемов обработки аналитических данных о химическом составе поверхност-

ных вод, качества воды водных объектов. Можно считать, что оценочное гидрохимическое картографирование обособилось в одно из направлений тематической картографии, что обусловлено спецификой поверхностных вод как объекта картографирования. Отмечается положительная динамика развития методических приемов обработки исходных данных о химическом составе, качестве поверхностных вод и способах их отображения, возросли сложность смысловой нагрузки и информационная емкость карт.

Получаемая таким образом картографическая информация о химическом составе, качестве, загрязненности поверхностных вод и их изменении во времени в многолетнем плане в пределах изучаемых территорий является легко воспринимаемым отражением закономерностей весьма сложной в реальных условиях гидрохимической дифференциации территориальных образований по условиям формирования качественного состава, изменений во времени, пространственного и временного отражения степени загрязненности наиболее характерными

химическими веществами поверхностных вод, классификации качества воды водных объектов по степени загрязненности комплексами присутствующих в водных объектах загрязняющих химических веществ.

Предложена методика составления интерпретационных карт загрязненности, качества поверхностных вод различного вида территориальных образований, кратко отображающих многолетнюю динамику их химического состава и современное качество воды водных объектов во времени. Сформулированы методологические подходы к составлению карт загрязненности, качества поверхностных вод различных территориальных образований с использованием показателей комплексной оценки. Приведены составленные на натурном материале примеры их использования.

Список литературы

1. Верещака Т.В., Билибина Н.А., Курбатова И.Е. Карты речных бассейнов: их значение и особенности проектирования // Геодезия и картография. 2014. № 9. С. 9–15.
2. Розенталь О.М., Александровская Л.Н. Качество информации о составе воды // Водные ресурсы. 2015. Т. 42. № 4. С. 433–441.
3. Иванов А.Г., Булыгина О.А. Автоматизация процессов выбора способов изображения картографируемых объектов и явлений // Геодезия и картография. 2012. № 10. С. 27–32.
4. Белоусов С.К., Карпучин С.С. Система интегральных индексов для обеспечения комплексного картографического мониторинга арктического региона России // Геодезия и картография. 2014. № 11. С. 12–20.
5. Емельянова В.П., Данилова Г.Н. Гидрохимические карты рек Советского Союза // Гидрохимические материалы. 1979. Т. 75. С. 3–10.
6. Емельянова В.П., Данилова Г.Н., Родзиллер И.Д. К методике составления карт оценки загрязненности поверхностных вод суши // Изучение процессов формирования химического состава природных вод в условиях антропогенного воздействия: Материалы 28 Всесоюзного Гидрохимического совещания (г. Ростов-на-Дону, май 1984 г.). Ч. I. Л.: Гидрометеиздат, 1987. С. 50–51.
7. Емельянова В.П. Методология и методы комплексной оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону, 2006. 26 с.
8. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2019 год. М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2020. 217 с.
9. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2018. Ростов н/Д.: ГХИ, 2019. 560 с.
10. РД 52.24.309-2016 Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. Ростов н/Д.: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2016. 100 с.