

УДК 504.06 : 614.895

**СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ СИСТЕМАТИЗАЦИИ И РАНЖИРОВАНИЯ  
ХИМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПОЛИМЕР-НЕОРГАНИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ**

© 2025 А.В. Васильев

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 09.10.2025

Рассмотрены особенности создания базы данных результатов систематизации и ранжирования химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических строительных композитов. Описаны структура предлагаемой базы данных, включающая шесть основных блоков, а также содержание блоков. Предложена основная платформа реализации базы данных. Использование предложенной базы данных позволяет определить возможности существующих и новых полимер-неорганических композитов с точки зрения экологической безопасности, разработать новые методы и технические решения по снижению негативного воздействия полимер-неорганических композитов на человека и окружающую среду.

Ключевые слова: полимер-неорганические композиты, база данных, химические компоненты, экологические характеристики, систематизация, ранжирование

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-5-200-208

EDN: ZHCNPK

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-69-00012.*

В связи с ростом применения полимерных композитных материалов возникает необходимость систематизации их физико-химических характеристик, в том числе экологических характеристик [1, 4, 12, 14, 15].

Встает актуальная задача систематизации и создания базы данных характеристик полимерных композитных материалов для проведения их физико-химической диагностики, а также с точки зрения их воздействия на человека и окружающую среду, с использованием которой необходимо создать новые высокоеффективные полимер-неорганические строительные композиты с улучшенными экологическими характеристиками.

Структура предлагаемой базы данных включает несколько блоков (рис.1).

1. Блок видов полимер-неорганических строительных композитов.

2. Блок химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических строительных композитов.

3. Блок справочных данных, включающий справочники, научно-техническую информацию, патенты по полимер-неорганическим строительным композитам.

4. Блок методик ранжирования химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических строительных композитов с точки зрения их воздействия на человека и окружающую среду.

5. Блок результатов ранжирования химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических строительных композитов с точки зрения их воздействия на человека и окружающую среду.

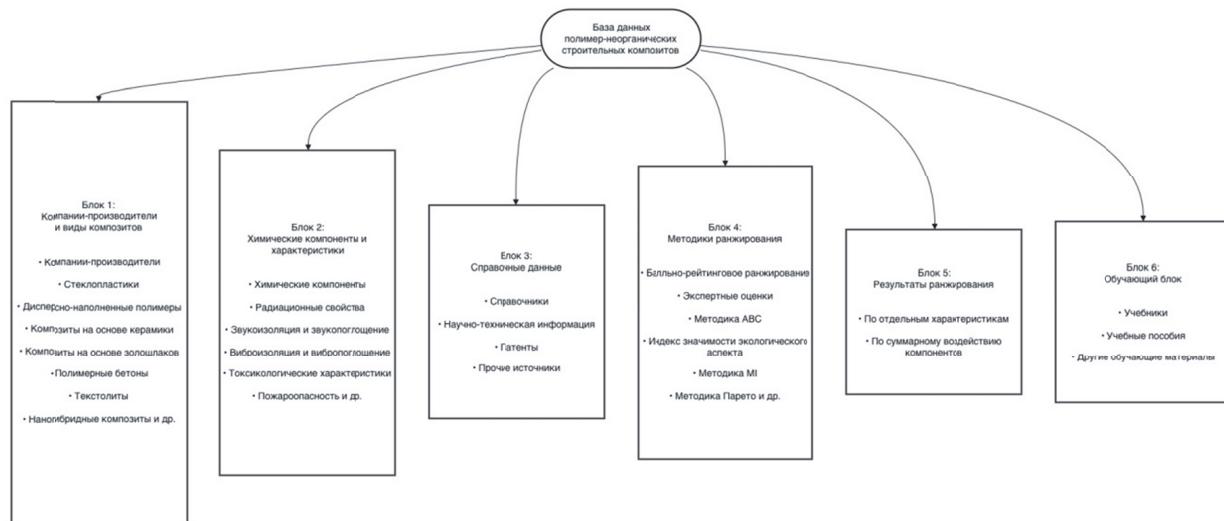
6. Обучающий блок.

Блок компаний-производителей и видов полимер-неорганических строительных композитов включает в себя соответствующую информацию о производителях композитов.

В том числе, среди российских компаний можно указать: ООО КОМПОЗИТ 21, ООО УРАЛАРМОПРОМ, ООО ПРОМВОЛОКНО, ООО КНАУФ ИНСУЛЕЙШН, АО `ОС СТЕКЛОВОЛОКНО, ООО `НИКОГЛАСС`, АО `СТЕКЛОНИТ`, ООО П-Д ТАТНЕФТЬ - АЛАБУГА СТЕКЛОВОЛОКНО, ООО МТК-СЛ, ПАО `АСТРАХАНСКОЕ СТЕКЛОВОЛОКНО, ООО `ИННОВАЦИЯ`, ООО РОСТКАРПЛАСТИК, АО НЗСВ, ООО КАСПИЙСКИЙ ЗАВОД СТЕКЛОВОЛОКНА, ООО ИЗОЛТЕКС, ООО `ПОКРОВ`, ООО `ЧЗТИ`, ООО ТЕХИНЖКОМ, АО `СТЕКЛОПЛАСТ`, ООО `СТЕКЛОИЗОЛИТ` и др.

---

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность и управление качеством», директор научно-исследовательского центра техносферной безопасности и новых материалов. E-mail: vasilyev.av@samgtu.ru



**Рисунок 1** – Общая схема базы данных результатов систематизации и ранжирования химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических строительных композитов

Среди основных зарубежных производителей композитов следует отметить OWENS CORNING COMPOSITES (CHINA) CO., JUSHI, ЗАВОД МОЛДАВИЗОЛИТ, CTG, EVALITH, XGLASS PRO, ECOPHON, POLINET, MICROLITH, SYSTEXX, HUIERJIE, BWF TEC, OXISS, GLASS FABRIC, REDMOND, CNINA YANGZHOU GUO TAI FIBERGLASS, VITRULAN, GRECHO FIBERGLASS, STROBY, WELLTON OPTIMA, ISOFON, INTERCHEM DISTRIBUTION EUROPE, PPG, BRATTENDORF, REMARK-KAYSER, GOTEX, VALMIERA GLASS, ARMSTRONG, GLASSTEX FIBERGLASS MATERIALS CORP, KINGSHENG (BEIJING) BUILDING & DECORATING MATERIALS CORP, JOHNS MANVILLE SALES GMBH, CHANGZHOU KINGZE COMPOSITE MATERIALS CO., EUROPEAN OWENS CORNING FIBERGLAS S.P.R.L., HONGMING COMPOSITES CO., KNAUF GIPS KG и др.

Выделяются следующие основные виды полимер-неорганических строительных композитов:

- Стеклопластики;
- Дисперсно-наполненные полимеры;
- Композиты на основе керамики;
- Композиты на основе золошлаков;
- Полимерные бетоны;
- Текстолиты;
- Наногибридные полимер-неорганические композиты и др.

Стеклопластики включают материалы, в которых используется полимерная основа, армированная стеклянными включениями. Их производят нагреванием неорганического стекла, формируя поддающиеся по размеру волокна. В качестве матрицы в основном используют эпоксидные смолы. Стеклопластик – недорогой материал, активно используемый в строительстве, изготовлении приборов и спортивного инвентаря. Он применяется во многих сферах из-за своих свойств – низкой теплопроводности, прочности.

**Дисперсно-наполненные полимеры** – для них наполнителем служат порошки. Они добавляются для снижения стоимости или для придания материалу определенных свойств. Современный дешевый порошковый наполнитель – каолин. Готовый композит используется обычно для изготовления труб. В состав могут входить природные компоненты – песок, древесная мука, глина, тальк, мел. Для создания материала с нужными свойствами и показателями прочности используют порошки разной твердости.

Композиты на основе керамики – в их основании используются неорганические полимеры и керамические смеси. Они бывают природного происхождения и искусственно созданные. В матрицу добавляются высокопрочные наполнители – волокна, порошки, сетки.

Путем разного сочетания компонентов можно контролировать свойства готового материала и добиваться нужных характеристик в зависимости от планируемой сферы применения. Керамические композиты становятся частью деталей автомобилей, самолетов, космической техники. Они подходят для производства изделий, которые будут работать в агрессивных условиях – при больших нагрузках, на высоких скоростях и при воздействии экстремальных температур.

Полимерные бетоны – это бетоны с полимерным заполнителем. Они созданы с целью ликвидации или уменьшения недостатков цементного бетона. В них минеральное вяжущее (цемент, силикат) частично или полностью заменяется полимерами, как правило, это полиэфирные смолы, реже эпоксидные. Можно выделить следующие основные типы полимерных бетонов:

Полимербетоны – бетоны, где связующим является полиэфирная смола (без участия цемента и воды); бетоны на основе полимерных связующих (с присутствием цемента, но без участия воды).

Полимербетон на полиэфирной смоле состоит из мраморной крошки (на 85%), связующего - полиэфирной смолы (15%), модифицированных добавок и красящего пигмента. Цемента в данной рецептуре нет. Изделия из искусственного камня легкие, влагостойкие, (влагопоглощение составляет всего 0,2%, то есть практически отсутствует) устойчивые к колебанию температур (от -50 до +60 градусов С).

Полимерцементный бетон. В полимерцементных бетонах в бетонную или растворную смесь добавляют в небольших количествах (5...15 % от массы цемента) полимер, хорошо совместимый с цементным тестом. Этому соответствуют водорастворимые олигомеры, отверждающиеся в процессе твердения бетона (например, водорастворимые фенол-формальдегидные полимеры) или чаще водные дисперсии полимеров (поливинилацетата, синтетических каучуков, акриловых полимеров и др.). Полимерцементные растворы и бетоны отличаются высокой адгезией к большинству строительных материалов, низкой проницаемостью для жидкостей, очень высокой износостойкостью и ударной прочностью. Применяют полимерцементные материалы для покрытий полов промышленных зданий, взлетных полос аэропортов, наружной и внутренней отделки по бетонным и кирпичным поверхностям, в том числе для приклеивания керамических, стеклянных и каменных плиток, устройства резервуаров для воды и нефтепродуктов.

Пластобетон - разновидность бетона, в котором вместо минерального вяжущего использованы термореактивные полимеры (эпоксидные, полиэфирные, фенолформальдегидные и др.). Полимербетон получают смешиванием полимерного связующего и заполнителей. Связующее состоит из жидкого олигомера, отвердителя и тонкомолотого минерального наполнителя, необходимого для уменьшения расхода полимера и улучшения свойств полимербетона. Главное свойство пластобетона – высокая химическая стойкость в кислотных и щелочных средах. Пластобетоны обладают высокой прочностью ( $\text{Ясж} = 60 \dots 100 \text{ МПа}$ ,  $\text{ЯИзг} \sim 20 \dots 40 \text{ МПа}$ ), плотностью, износостойкостью и отличной адгезией к другим материалам. При этом пластобетоны характеризуются повышенной деформативностью и невысокой термостойкостью. Их стоимость намного выше стоимости обычного бетона, но несмотря на это, полимербетоны эффективно используют для устройства защитных покрытий и изготовления конструкций, работающих в условиях химической агрессии (химические и пищевые предприятия), ремонта каменных и бетонных элементов (восстановление поверхности, заделка трещин и т. п.).

Бетонополимер - это бетон, пропитанный после затвердевания мономерами или жидкими олигомерами, которые после соответствующей обработки (например, нагревания) переходят в твердые полимеры, заполняющие поры и дефекты бетона. В результате этого резко повышается прочность бетона, его морозостойкость и износостойкость.. Бетонополимер практически водонепроницаем. Для получения бетонополимера главным образом применяют стирол и метилметакрилат, полимеризующиеся в бетоне в полистирол и полиметилметакрилат.

**Текстолиты** - это полимерные композиты со слоистой структурой и тканевым наполнителем. Чаще всего из них делают кухонные поверхности – столешницы, декоративные панели. Производятся по технологии горячего прессования с предварительной пропиткой и сушкой. Слой полимерной матрицы армируется натуральным или синтетическим текстилем. Когда текстолиты только начали производить, они всегда имели форму пластины. Сейчас они доступны в разных формах. Из него производят амортизирующие и уплотнительные прокладки, подшипники.

**Наногибридные полимер-неорганические композиты.** Наряду с волокнистыми, среди полимерных композитов большое значение, особенно в последние годы, приобрели наногибридные полимер-неорганические композиты. В таких материалах расстояния между сетками и слоями, образованными полимерными и неорганическими компонентами, а чаще всего и размеры образующихся частиц, в том числе и металлоконтактных, имеют нанометровые размеры. Органическая фаза может захватывать металлические частицы внутрь своеобразной «ловушки» с оптимальными размерами полимерной или оксидной сетки, полимерного звена. В качестве неорганических составляющих используют оксиды кремния и алюминия, ванадия и молибдена, стекла, глины слоистые силикаты и цеолиты, фосфаты и халькогениды металлов, графит и др.

**Блок химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических строительных композитов** включает в себя:

- Химические компоненты;
- Радиационные свойства;
- Звукоизоляция и звукопоглощение;
- Вибропоглощение;
- Токсикологические характеристики;
- Пожароопасность;
- Возможность утилизации композита и др.

## **Блок химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических строительных композитов.**

Химические компоненты могут включать диоксид серы, нитраты, фосфор общий и неорганический, сероводород и сульфиды, цианиды, барий, фосфаты, аммоний, нитриты, хром, формальдегид, фенолы, селен, азот общий и др.

Основную токсичную нагрузку в объеме композита несет полимерная матрица. Преимущественно применяются эпоксидные, эпоксиленовые и фенолформальдегидные смолы. По своей природе и химическому составу указанные смолы относят ко 2 классу опасности (высокоопасный) по степени воздействия на человека. Например, эпоксидные смолы содержат формальдегид, фенолы.

Следует отметить, что эксплуатация композитных материалов часто связана с достаточно высоким уровнем воздействия факторов окружающей среды, таких как солнечный свет и кислород воздуха, механические воздействия и взаимодействие с водой. При эксплуатации композитных материалов на основе эпоксидных смол возможна эмиссия (выделение) ряда загрязняющих веществ в воздух, особенно при неправильной обработке, повреждении материала или воздействии высоких температур. Основные источники и типы выделяемых веществ зависят от стадии жизненного цикла материала, но при эксплуатации (в отличие от производства или переработки) основными являются следующие:

Эпоксидные смолы могут содержать летучие органические соединения (ЛОС), включающие остаточные мономеры, пластификаторы, растворители или добавки, которые постепенно выделяются в воздух. Эмиссия ЛОС обычно снижается со временем после отверждения, но может возобновляться при нагреве, УФ-облучении или механическом повреждении.

Остаточный эпихлоргидрин (1-Хлор-2,3-эпоксипропан; 2-хлорпропилен оксид) - токсичное вещество 2 класса опасности, потенциально канцерогенное.

Бисфенол А (ВРА) - вещество 3 класса опасности, может выделяться при старении или термическом воздействии.

Амины и имидазолы (в большинстве вещества 3 класса опасности) – это ускорители отверждения, они могут испаряться в виде паров (особенно при нагреве или термоокислительной деструкции при старении).

К ЛОС также относятся растворители (например, ксилол, толуол, ацетон), если они использовались при производстве или нанесении.

Перечень этих веществ должен быть внесен в списки контролируемых для работ по оценке воздействия эпоксидных композитных материалов на окружающую среду в воздухе и воде при контакте.

Если композит подвергается трению, шлифовке, ударным нагрузкам или разрушению, то образуются также микрочастицы наполнителей (стекловолокно, углеволокно, минеральные наполнители). В большинстве случаев это относительно химически инертные компоненты.

Фрагменты полимерной матрицы могут содержать неотверженные остатки смолы.

Для полимерсодержащих строительных композитов существенное значение приобретает их соответствие требованиям по радиационным свойствам [5-8]. Для оценки радиационных свойств материалов, в том числе композитных материалов, широко используются методы оценки активности радионуклидов.

Например, в золошлаках и зольных отходах от сжигания угля, нефтепродуктов и отходов могут накапливаться следующие радионуклиды и элементы:

- Урановые радионуклиды:  $U^{238}$ ,  $U^{234}$  – концентрируются в золошлаках примерно в 4-7 раз больше, чем в исходном угле.
- Радий:  $Ra^{226}$  – также значительно обогащается в золошлаках и летучей золе.
- Торий и дочерние продукты:  $Th^{232}$ ,  $Th^{228}$ ,  $Pb^{210}$ ,  $Po^{210}$  – концентрируются в золошлаках, причем наиболее летучие переносчики ( $Pb^{210}$ ,  $Po^{210}$ ) преимущественно в летучей золе.
- Калий: в виде стабильного и радиоактивного изотопа  $K^{40}$  – также содержится в золошлаках и летучей золе, иногда в повышенных концентрациях.
- Цезий ( $Cs^{137}$ ) – как искусственный радионуклид, может присутствовать в золошлаках при загрязнении вследствие техногенных аварий, хотя в природных золошлаках обычно не встречается.
- Стронций ( $Sr^{90}$ ) – техногенный радионуклид, при обычном сжигании нехарактерен для золошлаков, но может присутствовать при радиоактивном загрязнении.

Классы строительных материалов по содержанию радионуклидов и разрешенное применение:

- Материалы I класса: удельная эффективная активность природных радионуклидов Аэфф до 370 Бк/кг – допускается применение во всех видах строительства, включая жилые и общественные здания;
- Материалы II класса: Аэфф до 740 Бк/кг – разрешены для промышленного и дорожного строительства в населенных пунктах и зонах перспективной застройки;
- Материалы III класса: Аэфф до 1500 Бк/кг – применяются в дорожном строительстве за пределами населенных пунктов;

- Материалы IV класса: Аэфф выше 1500 Бк/кг — использование возможно только по специальному разрешению федеральных органов.

Использование сырья и материалов с эффективной удельной активностью природных радионуклидов выше 1500 Бк/кг в жилом, общественном и большинстве производственных строек запрещено.

Все строительные материалы должны иметь санитарно-гигиенические сертификаты с указанием удельной эффективной активности радионуклидов, а контроль за содержанием радионуклидов обязателен как при производстве, так и при применении строительных материалов.

Важной задачей является создание полимерных композитных материалов, имеющих высокую эффективность звуковибропоглощения и поглощения на широком диапазоне частот, а также имеющих соответствующие функциональные и эксплуатационные свойства [2,3, 10, 11]. Например, звукопоглощающие материалы в случае применения в помещении должны обладать набором функциональных и эксплуатационных свойств:

- обладать коэффициентом формы, позволяющим создавать изогнутые (криволинейные) поверхности звукопоглощающей облицовки;
- обеспечить выполнение противопожарных требований - быть негорючими и не способствовать распространению огня;
- быть термо- и влагостойкими, сохранять свои звукопоглощающие свойства в течение всего периода эксплуатации;
- допускать возможность очистки, в том числе и влажным способом;
- не выделять в воздух помещения никаких химических веществ и не оказывать вредного воздействия, опасного для здоровья людей, в том числе и возможных осколков, волокон или «корольков»;
- обеспечивать легкость монтажа и возможность, в случае необходимости, замены отдельных поврежденных элементов облицовки.

В настоящее время создан целый ряд технических решений звуковибропоглощающих и звукопоглощающих композитных материалов. Например, компания «Акустик групп» (Acoustic Group) занимается разработкой и производством звуко- и вибровибропоглощающих материалов, бескаркасной изоляцией стен и потолочных перекрытий, изоляцией пола и др. Для бескаркасной отделки тонких стен и перегородок эффективна звукоизоляция Саундлайн-ПГП Супер. С учётом конструктивных особенностей пола, разработаны звукоизоляционные материалы Акуфлор, ЗИПС, Шуманет и Акуфлекс. В категорию отделочных материалов для стен и потолочных перекрытий входят модели Sonaspray и Soundboard. Компания «ТЕХНОНИКОЛЬ» занимается производством минераловатных плит с улучшенными звукоизолирующими характеристиками. Компания «МАКС-ФОРТЕ» производит звукоизолирующие и звукопоглощающие плиты, панели, рулоны и др.

При этом существующие решения имеют ряд недостатков, поэтому важной задачей является разработка звуковибропоглощающих и поглощающих полимерных композиционных материалов с повышенной эффективностью.

Токсикологические характеристики полимер-неорганических строительных композитов имеют важное значение при практическом использовании полимерсодержащих композитов. С точки зрения токсичности основным источником экологической опасности в жилых зданиях являются полимерные строительные композиты. Токсичность строительных материалов оценивают путем сравнения с ПДК выделяющихся токсичных веществ и элементов, называемых эмиссией. Первостепенное значение для такой оценки имеет класс опасности, состав вредных веществ и их количественное содержание. Повышенным токсическим воздействием обладают полимеры на основе карбамидных смол, выделяющие формальдегид в количестве, превышающем допустимый уровень. В свободном состоянии формальдегид представляет собой раздражающий газ, обладающий общей токсичностью. Он подавляет действие ряда жизненно важных ферментов в организме, приводит к заболеваниям дыхательной системы и центральной нервной системы. Полимеры на основе фенолформальдегидных смол выделяют в воздушную среду помещений фенол и формальдегид. Токсичность выделяющихся веществ во многом зависит от марки смолы. Эпоксидные смолы содержат летучие токсичные вещества: формальдегид, дибутилфталат, эрихлоргидрин (ЭХГ) и др. Например, полимербетон (ПБ) на основе эпоксидной смолы ЭД-6 с введением в его состав пластификатора МГФ-9 снижает выделение ЭХГ и может быть рекомендован только для промышленных и общественных зданий.

Пожароопасность полимер-неорганических строительных композитов может быть различна и определяется рядом характерных физико-химических параметров, исходя из свойств композитов. Методы оценки пожарной безопасности и пределов огнестойкости полимерных композитов определены в ГОСТ Р 56206-2014.

Возможность утилизации полимер-неорганических строительных композитов имеет важное значение с точки зрения обеспечения экологической безопасности. С ростом производства полимерных композиционных материалов проблема утилизации становится критической. Ежегодно образуются тысячи тонн композитных отходов. В настоящее время выделяют физические, химические и термические методы утилизации. Для каждого типа композитов целесообразно использовать свой метод утилизации. Например, для стеклопластиков это пиролиз и термокаталит. Золошлаковые отходы ТЭЦ используются в золоцементных композитах для дорожного строительства [13].

**Блок справочных данных** включает в себя:

- Справочники;
- Нормативные документы;
- Научно-техническую информацию;
- Патенты по полимер-неорганическим строительным композитам и др.

Например, нормативные ограничения на содержание радионуклидов в строительных материалах в России регулируются следующими основными документами:

- СП 2.6.1.758-99 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)»;
- ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов»;
- СанПиН 2.6.1.2800-10 «Требования радиационной безопасности при облучении населения природными источниками ионизирующего излучения».

Основной контролируемый параметр - удельная эффективная активность природных радионуклидов (Аэфф), измеряемая в Беккерелях на килограмм (Бк/кг), включает суммарную активность радия-226, тория-232 и калия-40 с учетом их биологического воздействия.

**Блок методик ранжирования химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических строительных композитов с точки зрения их воздействия на человека и окружающую среду** включает в себя:

- Методику балльно-рейтингового ранжирования количественных характеристик;
- Методику экспертных оценок;
- Методику ABC;
- Методику оценки по индексу значимости экологического аспекта;
- Методику MI (material input);
- Методику Парето и др.

Автором предложена методика балльно-рейтингового ранжирования экологических характеристик полимер-неорганических композитов, основанная на оценке степени потенциальной экологической опасности, воздействию на человека и др. Суммарный рейтинговый балл определяется суммированием составляющих балльной оценки. Его предлагается оценивать согласно следующей шкале: 12-15 баллов – максимально высокая экологическая опасность; 8-11 баллов – высокая экологическая опасность; 4-7 баллов – средняя экологическая опасность; 1-3 баллов – низкая экологическая опасность. Таким образом, суммарный рейтинговый балл имеет четыре градации, отражающие степень негативного экологического воздействия полимер-неорганических композитов на человека и окружающую среду.

Методика экспертных оценок значимости экологических аспектов воздействия полимер-неорганических композитов может применяться как самостоятельно, так и виде дополнения к приведенным выше методикам. Для использования данного метода приказом руководства создается экспертная группа из числа наиболее компетентных специалистов в области охраны окружающей среды, а также специалистов из смежных областей деятельности. Экспертная оценка осуществляется, 4а правило, в три этапа. На первом этапе определяется компетентность самих экспертов.

На втором этапе каждый допущенный к оценке эксперт заполняет индивидуальную оценочную анкету, в которой присваивает каждому экологическому аспекту оценку по десятибалльной шкале. На третьем этапе работы оцененные экспертами показатели экологических аспектов воздействия полимер-неорганических композитов заносятся в таблицу ранжирования в порядке убывания значений от максимального значения к минимальному.

Методика ABC – это методика ранжирования экологических характеристик полимер-неорганических композитов в по приоритетности, который заключается в присвоении характеристике одного из трех буквенных обозначений - кодов приоритетности: А, В или С. Эти буквенные коды имеют следующие значения: А - характеристика является особо важной, оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду, имеет высокий уровень приоритетности, требует немедленного реагирования, проведения мероприятий; В - характеристика является важной, имеет средний уровень приоритетности, является опасной для здоровья человека и окружающей среды, требует принятия мер в среднесрочной перспективе; С - характеристика не является экологически

опасной и не требует проведения мероприятий.

Индекс значимости экологического аспекта - балльная оценка суммарного воздействия экологического аспекта на окружающую среду по количеству, масштабу, вероятности и продолжительности воздействия с учетом уровня контроля и управления аспектом.

МI-числа (material input) представляют собой общее количество природных ресурсов, затрачиваемых при производстве полимер-неорганических композитов.

**Блок результатов ранжирования химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических строительных композитов с точки зрения их воздействия на человека и окружающую среду** включает в себя результаты ранжирования по различным отдельным характеристикам композитов, а также результаты ранжирования суммарного воздействия нескольких компонентов.

На следующих этапах исследования будут проведены экспериментальные исследования химических компонентов и экологических характеристик полимер-неорганических композитов, результаты которых позволяют осуществлять их ранжирование, оценивать потенциальные компоненты полимер-неорганических композитов, оказывающие негативное воздействие на человека и загрязнение окружающей среды.

**Обучающий блок** включает учебники, учебные пособия и другие обучающие материалы, например, [1, 9].

В качестве основной платформы реализации предложенной базы данных целесообразно использовать реляционную СУБД PostgreSQL. PostgreSQL является свободно распространяемой кроссплатформенной системой, обеспечивающей:

- реализацию реляционной модели (таблицы, первичные и внешние ключи, ограничения целостности, триггеры, хранимые процедуры);
- поддержку стандарта SQL для операций выборки, агрегирования, модификации и аналитической обработки данных;
- транзакционную обработку с гарантией согласованности данных при последовательном пополнении базы и последующей корректировке записей;
- функционирование как в режиме локального сервера, так и в режиме сетевого серверного решения.

Использование предложенной базы данных позволяет определить возможности существующих и новых полимер-неорганических композитов с точки зрения экологической безопасности, разработать новые методы и технические решения по снижению негативного воздействия полимер-неорганических композитов на человека и окружающую среду.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Батаев, А.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение: Учебник / А.А. Батаев, В.А. Батаев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 384 с.
2. Васильев, А.В. Моделирование и снижение низкочастотного звука и вибрации энергетических установок и присоединенных механических систем: монография / А.В. Васильев. – Самара, 2011.
3. Васильев, А.В. Исследование низкочастотного шума с целью его снижения при работе компрессорных установок. / А.В. Васильев // Экология и промышленность России. – 2023. – Т. 27. – № 4. – С.50-55.
4. Васильев, А.В. Методы и подходы к исследованию экологических характеристик полимерсодержащих композитных материалов / А.В. Васильев // В сборнике материалов Всероссийской научно-образовательной конференции с международным участием «Современные технологии в области защиты окружающей среды и техносферной безопасности-2025», – Казань: Изд-во КНИТУ, 2025, – с. 787-793.
5. Васильев, А.В. Методика определения состава и свойств полимерсодержащих композитных материалов строительного назначения на основе активности радионуклидов и её реализация на примере золошлаковых отходов / А.В. Васильев, В.В. Ермаков, А.С. Чипура // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – Т. 27. – № 3(2). – С. 452-458.
6. Васильев, А.В. Методика экспериментальных исследований нефтесодержащих отходов с повышенной радиоактивностью как объекта экологического риска / А.В. Васильев, В.В. Ермаков, Д.Е. Щербаков // Известия Самарского научного центра РАН. – 2023. – Т. 25. – № 4. – С. 171-178. – DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-171-178.
7. Васильев, А.В. Результаты экспериментальных исследований нефтесодержащих отходов с повышенной радиоактивностью как объекта экологического риска / А.В. Васильев, В.В. Ермаков, Д.Е. Щербаков // Известия Самарского научного центра РАН. – 2023. – Т. 25. – № 4. – С. 179-184. – DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-179-184.
8. Васильев, А.В. Анализ зависимостей распределения радионуклидов от способа переработки нефтесодержащих отходов / А.В. Васильев, В.В. Ермаков, Д.Е. Щербаков // Известия Самарского научного центра РАН. – 2023. – Т. 25. – № 6. – С. 181-191. – DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-6-181-191.
9. Васильева, Е.А. Экологический менеджмент и экоаудит: учебное пособие / Е.А. Васильева, Л.М. Исянов. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2016. – 75 с.

10. Корнев С.В., Борисов Л.А., Шубин И.Л. Многослойный звукоизолирующий композит. Патент РФ на полезную модель RU 167691 U1, опубл. 01.10.2017 г.
11. Корнев С.В., Шилов Д.В. Звукопоглощающий композитный материал с экранирующей мембраной (варианты). Патент на полезную модель RU 144019 U1, дата публикации 10.08.2014.
12. Михайлин, Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы / Ю.А. Михайлин. – СПб: Научные основы и технологии, 2008 – 822 с.
13. Мусатов, В.М. Использование золошлаковых отходов ТЭЦ в золоцементных композитах для дорожного строительства. Направления развития российской науки: теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов / В.М. Мусатов, В.С. Петушкин, В.Б. Петропавловская // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тверь, 10–31 января 2021 г. [под редакцией Т.Б. Новиченковой]. Часть 1. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2021. – С. 61-65.
14. Шаповалов, В. М. Экологические проблемы в получении и применении полимерных композитов в Республике Беларусь / В. М. Шаповалов // Полимерные материалы и технологии. – 2023. – Т. 9. – № 1. – С. 71–81.
15. Vasilyev A.V. Estimation of atmosphere air pollutants as factors of ecological risks of urban territories. World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation «Le vie dei Mercanti» Proceedings of the International Scientific Conference (XV International Forum). Cep. «Fabbrica della Conoscenza series» Carmine Gambardella, President and Founder of the Forum. 2017. pp. 1524-1528.

**DEVELOPMENT OF DATABASE OF RESULTS OF SYSTEMATIZATION AND RANGING  
OF CHEMICAL COMPONENTS AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS  
OF POLYMER-INORGANIC CONSTRUCTION COMPOSITES**

© 2025 A.V. Vasilyev

Samara State Technical University, Samara, Russia

In this paper peculiarities of development of database of results of systematization and ranging of chemical components and ecological characteristics of polymer-inorganic composite materials have been considered. The structure of suggested database including six main blocks and content of blocks has been described. Main platform of realization of database has been suggested. Application of suggested database will allow us to determine the possibilities of existing and new polymer-inorganic composites from the point of view of ecological safety, as well as to develop new methods and technical solutions of reduction of negative impact of polymer-inorganic composites to the humans and to environment.  
*Key words:* polymer-inorganic composites, database, chemical components, ecological characteristics, systematization, ranging

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-5-200-208

EDN: ZHCNPK

**REFERENCES**

1. Bataev, A.A. Kompozicionnye materialy: stroenie, poluchenie, primenenie: Uchebnik / A.A. Bataev, V.A. Bataev. – Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2002. – 384 s.
2. Vasil'ev, A.V. Modelirovaniye i snizhenie nizkochastotnogo zvuka i vibracii energeticheskikh ustavovok i prisoedinenennykh mekhanicheskikh sistem: monografiya / A.V. Vasil'ev. – Samara, 2011.
3. Vasil'ev, A.V. Issledovanie nizkochastotnogo shuma s cel'yu ego snizheniya pri rabote kompressornyh ustavovok. / A.V. Vasil'ev // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2023. – T. 27. – № 4. – S.50-55.
4. Vasil'ev, A.V. Metody i podhody k issledovaniyu ekologicheskikh harakteristik polimersoderzhashchih kompozitnyh materialov / A.V. Vasil'ev // V sbornike materialov Vserossijskoj nauchno-obrazovatel'noj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Sovremennye tekhnologii v oblasti zashchity okruzhayushchey sredy i tekhnosfernoj bezopasnosti-2025», – Kazan: Izd-vo KNITU, 2025, – s. 787-793.
5. Vasil'ev, A.V. Metodika opredeleniya sostava i svoystv polimersoderzhashchih kompozitnyh materialov stroitel'nogo naznacheniya na osnove aktivnosti radionuklidov i eyo realizaciya na primere zoloshlakovyh othodov / A.V. Vasil'ev, V.V. Ermakov, A.S. Chipura // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossiijskoj akademii nauk. – 2025. – T. 27. – № 3(2). – C. 452-458.
6. Vasil'ev, A.V. Metodika eksperimental'nyh issledovanij neftesoderzhashchih othodov s povyshennoj radioaktivnost'yu kak ob'ekta ekologicheskogo riska / A.V. Vasil'ev, V.V. Ermakov, D.E. Shcherbakov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2023. – T. 25. – № 4. – S. 171-178. – DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-171-178.
7. Vasil'ev, A.V. Rezul'taty eksperimental'nyh issledovanij neftesoderzhashchih othodov s povyshennoj radioaktivnost'yu kak ob'ekta ekologicheskogo riska / A.V. Vasil'ev, V.V. Ermakov, D.E. Shcherbakov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2023. – T. 25. – № 4. – S. 179-184. – DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-179-184.
8. Vasil'ev, A.V. Analiz zavisimostej raspredeleniya radionuklidov ot sposoba pererabotki neftesoderzhashchih othodov / A.V. Vasil'ev, V.V. Ermakov, D.E. Shcherbakov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2023. – T. 25. – № 6. – S. 181-191. – DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-6-181-191.

9. Vasil'eva, E.A. Ekologicheskij menedzhment i ekoaudit: uchebnoe posobie / E.A. Vasil'eva, L.M. Isyanov. – SPb.: VShTE SPbGUPTD, 2016. – 75 s.
10. Kornev S.V., Borisov L.A., Shubin I.L. Mnogoslojnyj zvukoizoliruyushchij kompozit. Patent RF na poleznuyu model' RU 167691 U1, opubl. 01.10.2017 g.
11. Kornev S.V., Shilov D.V. Zvukopogloshchayushchij kompozitnyj material s ekraniruyushchej membranoj (varianty). Patent na poleznuyu model' RU 144019 U1, data publikacii 10.08.2014.
12. Mihajlin, Yu.A. Konstrukcionnye polimernye kompozicionnye materialy / Yu.A. Mihajlin. – SPb: Nauchnye osnovy i tekhnologii, 2008 – 822 s.
13. Musatov, V.M. Ispol'zovanie zoloshlakovyh othodov TEC v zolocementnykh kompozitakh dlya dorozhnogo stroitel'stva. Napravleniya razvitiya rossijskoj nauki: teoreticheskie issledovaniya i eksperimental'nye razrabotki studentov i aspirantov / V.M. Musatov, V.S. Petushkov, V.B. Petropavlovskaya // Materialy Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii, Tver', 10–31 yanvarya 2021 g. [pod redakcijei T.B. Novichenkovoj]. Chast' 1. – Tver': Tverskoj gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2021. – S. 61-65.
14. Shapovalov, V. M. Ekologicheskie problemy v poluchenii i primenenii polimernyh kompozitov v Respublike Belarus' / V. M. Shapovalov // Polimernye materialy i tekhnologii. – 2023. – T. 9. – № 1. – S. 71–81.
15. Vasilyev A.V. Estimation of atmosphere air pollutants as factors of ecological risks of urban territories. World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation «Le vie dei Mercanti» Proceedings of the International Scientific Conference (XV International Forum). Ser. «Fabbrica della Conoscenza series» Carmine Gambardella, President and Founder of the Forum. 2017. pp. 1524-1528.