

3. Moscow looked pod land (2008). Architecture and Construction of Moscow, 4, 7–8.
4. Kulinich, P. F. (2014). Land Law of Ukraine at the beginning of the XXI century: object challenges, the prospect. Legal state, 25, 145–166. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/PrDe\\_2014\\_25\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/PrDe_2014_25_11)
5. Miroshnichenko, A. M., Marusenko, R. I. (2009). Scientific commentary of the Land Code of Ukraine (as of regulations and litigation on January 15, 2009). Kyiv: Right. unity, 496.
6. Shulga, M. V., Anisimov, G., Rich, N., Getman, A. P. et. al (2004). Land Law of Ukraine. Kyiv: Yurinkom Inter, 368.
7. Stoter, J. (2004). 3D Cadastre. NCG, Nederlandse Commissie voor Geodesie. Delft, 342.
8. Stoter, J. E., E. Sorensen, M., Bodum, L. (2004). 3D registration of real property in Denmark. Proceedings of FIG Working Week, Athens, Greece. Available at: [http://www.gdmc.nl/publications/2004/3D\\_registration\\_Denmark.pdf](http://www.gdmc.nl/publications/2004/3D_registration_Denmark.pdf)
9. Valstad, T. (2006). Developments of the 3D Cadastre in Norway. Proceedings of FIG Working Week, Munich, Germany. Available at: [http://www.gdmc.nl/3dcadastre/literature/3Dcad\\_2006\\_03.pdf](http://www.gdmc.nl/3dcadastre/literature/3Dcad_2006_03.pdf)
10. Ripenko, A. Legal aspects of land and other real estate in three dimensions. Academia. Available at: <http://www.academia.edu/9335024/>
11. Article 289. The indexation of regulatory monetary value of land. Tax Code of Ukraine; Law of Ukraine of 28.12.2014 p. 71 number-VIII; SALR Letter of 14.01.2015 № 6-28-022-215 / 2-15.
12. Article 265. The composition of the property tax. Article amended by adding pursuant to Law of Ukraine of 07.04.2013 p. Number 403-VII, on 27.03.2014, the. Number 1166-VII; in Law of Ukraine of 28.12.2014 p. 71 number-VIII.
13. The decision of the Kyiv City Council of 03.07.2014 № 23/23 «On approval of technical documentation for regulatory monetary value of land in Kyiv». Kyiv City State Administration. Available at: <https://kievcity.gov.ua/content/rishennya-kyivskoi-miskoi-rady-vid-03072014--2323-pro-zatverdzhennya-tehnichnoi-dokumentacii-z-normatyvnoi-groshovoi-ocinky-zemel-mista-kyieva.html>
14. Law of Ukraine "On State Land Cadastre" (2012). Supreme Council of Ukraine (VVR), 8, 61.

Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Сидоренко В. Д.  
Дата надходження рукопису 12.02.2016

**Малашевський Микола Андрійович**, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедру, кафедра землеустрою, кадастру та геоінформатики, Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, вул. Освіти, 4, м. Київ, Україна, 03037  
E-mail: mykola.malashhevskyi@gmail.com

**Паламар Альона Юрїївна**, кандидат технічних наук, асистент, кафедра геодезії, Криворізький національний університет, вул. XXII Партз'їзду, 11, м. Кривий Ріг, Україна, 50000  
E-mail: PalamarAlena@gmail.com

УДК 004.78

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.64502

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СИНТЕЗА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ВИРТУАЛЬНОМ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

© А. П. Собчак, И. В. Шостак

*В статье предложена информационная технология построения концептуальных моделей знаний, позволяющая наиболее эффективно выполнять поставленные задачи, и будет более выгодна и проста для выполнения одного из этапов производства на виртуальном приборостроительном предприятии. Проанализирован процесс итеративного проектирования в течение всего жизненного цикла разработки интегрированной системы поддержки принятия решений (ИСППР). Сформирована технология синтеза интегрированной системы поддержки принятия решений, позволившая рационализировать процессы концептуализации и формализации*

**Ключевые слова:** концептуальная модель, база знаний (БЗ), информационная технология, интегрированная система (ИС)

*The article offers information technology for building conceptual models of knowledge that allows performing tasks more effectively and being more profitable, and easier to perform one of the stages of production on the virtual instrument-making enterprise. It is analyzed the process of iterative design throughout the life cycle of developing an integrated decision support system. It is formed synthesis technology of integrated decision support system (IDSS) that will help to streamline the processes of conceptualization and formalization*

**Keywords:** conceptual model, knowledge base (KB), information technology, integrated system (IS)

### 1. Введение

Концептуальная модель – составная часть БЗ, предоставляющая систематизированный набор термин-ов, поясняющих, в каких отношениях могут находиться объекты предметной области, и не зависит от конкретной ситуации или задачи. БЗ описывает факты и гипотезы, связанные с конкретной ситуацией и, кро-

ме онтологии, включает в себя логику или правила вывода, а также может содержать неструктурированную или неформализованную информацию, выраженную средствами естественного языка. Концептуальная модель и БЗ связаны отношением, посредством формализации преобразования данных между терминами БЗ и терминами концептуальной модели.

**2. Постановка задачи**

В качестве определения для контекста онтологии используется часть концептуальной модели, являющаяся внутренне согласованной, достоверной самой по себе, называемая контекстом. Включенные в контекст элементы должны поддерживать вывод, используемый БЗ при решении задачи/подзадачи.

Таким образом, база знаний данной системы представляет собой совокупность предметных концептуальных моделей.

**3. Литературный обзор**

Анализ трудов Э. Х. Тыгу, Захаров В. И., Ульянов С. В. [1, 2] дал возможность сделать вывод, что СППР позволяет облегчить работу руководителям предприятий и повысить ее эффективность. Система значительно ускоряет решение проблем в бизнесе. Благодаря предложениям, выдвигаемым Саати Т., Левиным Р., Терелянским, П. В., Трахтенгерцом Э. А. и др. [3–6], открываются новые подходы к решению повседневных и нестандартных задач. Обобщенный анализ показал, что в научном мире, на

данное время не сформулировано «единственно» правильной методологии построения таких систем, что позволит сделать ориентацию на поддержку принятия решений на виртуальных приборостроительных предприятиях.

**4. Синтез ИСППР**

Классическая информационная технология синтеза ЭС включает в себя пять этапов: идентификацию, концептуализацию, формализацию, реализацию, испытания [7]. Недостатком данного подхода является четко выраженные границы этапов, не позволяющие модифицировать систему в процессе реализации. Данный недостаток может быть устранен применением усовершенствованной информационной технологии построения ядра экспертной системы, когда на этапе концептуализации и формализации процесс наполнения базы знаний можно изменить с целью повышения скорости и гибкости разработки программного комплекса. Данный подход представлен на рис. 1. на этапе формализации и концептуализации.

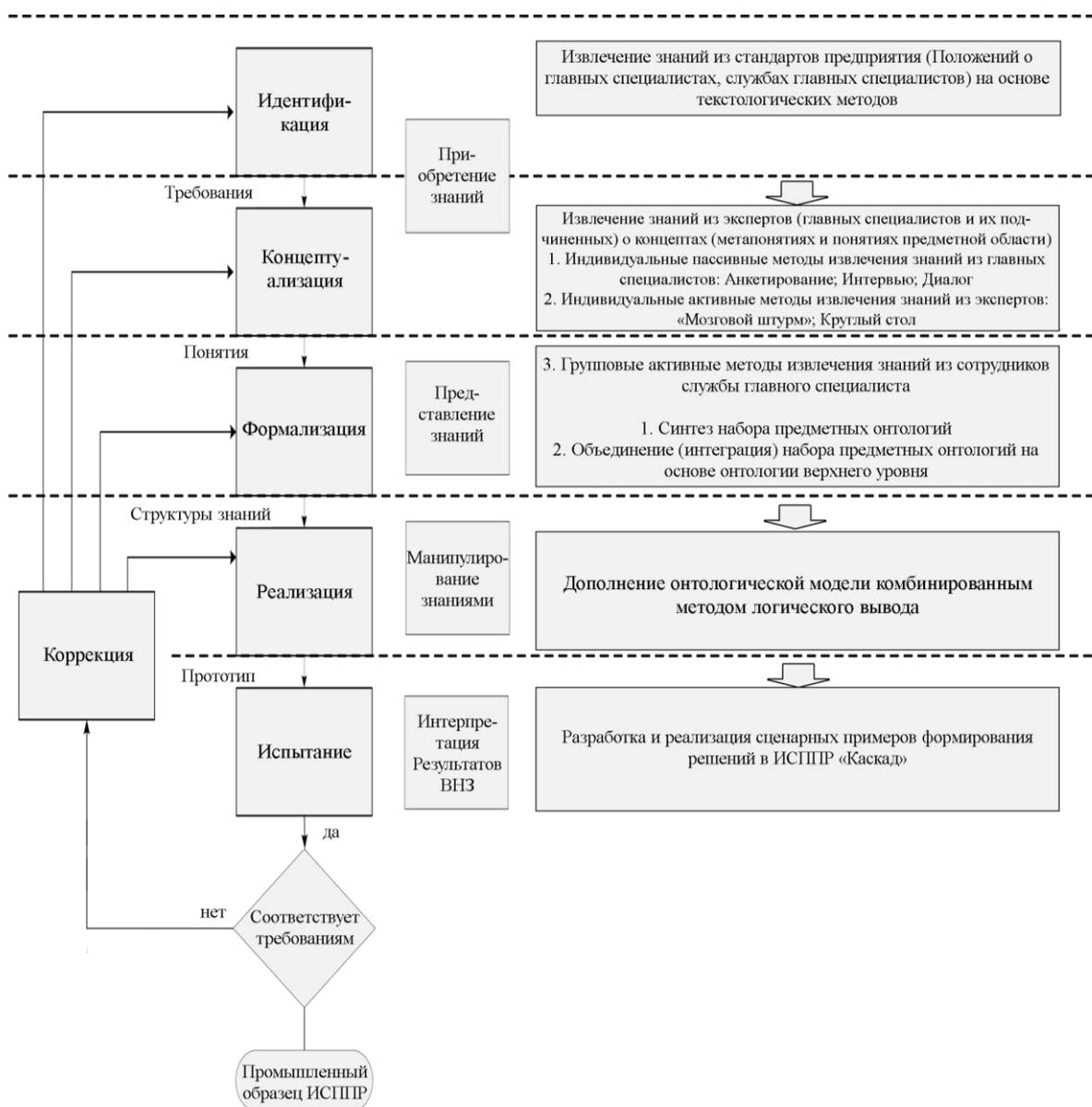


Рис. 1. Ядро информационной технологии синтеза ИСППР концептуального типа на виртуальном приборостроительном предприятии

Усовершенствуя информационную технологию синтеза ИСППР на начальном этапе необходимо определить границы предметной области то есть, знание того, для какой предметной области будет использована концептуальная модель и насколько детальной или общей она будет, а значит и спектр вопросов, на которые система способна будет дать ответ. Это, в свою очередь, определит решения, касающиеся моделирования. Среди всех вариантов необходимо определить решение, которое поможет эффективно решать поставленные задачи и будет более наглядным, расширенным и простым для выполнения этапов виртуального производства.

Необходимо учитывать, что концептуальная модель – это модель реального мира и концепты в ней должны отражать эту реальность [1].

На этапе итерации формирования начальной версии концептуальной модели, она оценивается и отлаживается, с использованием приложений, методов решения задач и оценок экспертов предметной области. Такой процесс итеративного проектирования имеет место в течение всего жизненного цикла разработки ИСППР.

**Шаг 1.** Определение области применения и масштаба концептуальной модели. Разработку концептуальной модели необходимо начинать с определения ее области применения и масштаба. Таким образом, определяется область охвата, цель использования, типы вопросов, на которые система сможет дать ответы, пользователи и эксперты, наполняющие базу знаний фактами. Учитывая специфику предметной области, такой подход позволит в любой момент времени определить масштаб модели.

Рассмотрим концептуальную модель процесса производства, на примере виртуального приборостроительного предприятия и ИСППР, указывающую руководителю, при изготовлении оборудования, на наиболее подходящего из субподрядчиков для выполнения элемента процесса производства и устранение факторов, существенно влияющих на снижение качества выпускаемого изделия. В нашу концептуальную модель будут включены понятия, описывающие различные процессы производства, материалы, оборудование понятия для управления принтерами и т. д.

Для определения масштабов концептуальной модели необходимо определить список вопросов, на которые должна ответить ИСППР, основанная на концептуальной модели, т. е. вопросы для выбора субподрядчика. Необходимо удостовериться, достаточно ли информации для принятия решений, необходимы ли особые уровни детализации, представления или абстрагирования предметной области.

**Шаг 2.** Проверка наличия существующих концептуальных моделей для повторного использования.

Необходимо выполнить проверку существующих моделей и учесть возможность улучшения или расширения из существующих источников для конкретной предметной области. Обязательное повторное использование существующих концептуальных моделей необходимо, если разрабатываемая система взаимодействует с другими приложениями или база-

ми данных, которые уже имеют отдельные концептуальные модели или контролируемые словари. Многие модели уже доступны в электронном виде и могут быть импортированы в среду проектирования концептуальной модели. Формализм концептуальной модели не имеет значения, т. к. многие системы представления знаний могут импортировать и экспортировать в различные форматы.

**Шаг 3.** Составление словаря предметной области для концептуализации предметной области.

На данном шаге составляется список всех терминов, которые будут использованы системой при работе с пользователем. Также немаловажным является выделение свойств рассматриваемых терминов и возможных их значений и типов. В начале, важно получить полный список терминов, не беспокоясь о пересечении понятий, которые они представляют, об отношениях между терминами, о возможных свойствах понятий или о том, чем являются понятия – классами или полями.

На следующем этапе разработка иерархии классов и определение свойств понятий (полей) очень тесно взаимосвязаны. В иерархии выделяют несколько формулировок понятий и описывают свойства этих полей и т. д. Это самые важные шаги в процессе проектирования концептуальной модели.

**Шаг 4.** Определение классов (концептов) и иерархии классов.

Существует несколько возможных подходов для разработки иерархии классов [3]:

Процесс нисходящей разработки начинается с определения самых общих понятий предметной области с последующей конкретизацией понятий. Например, мы можем начать с создания классов для общих понятий, т. е. понятий верхнего уровня – «продукция» и «процесс». Затем конкретизируем класс «продукция», создавая его подклассы: «транспортирующие устройства», «сортировочное оборудование», «промышленные маркировочные принтеры». Возможна и дальнейшая категоризация классов.

Процесс восходящей разработки начинается с определения самых конкретных классов, листьев иерархии, с последующей группировкой этих классов в более общие понятия.

Процесс комбинированной разработки – это сочетание нисходящего и восходящего подходов. Сначала определяются более заметные понятия, а затем соответствующим образом они обобщаются и ограничиваются [8].

Из списка, составленного в Шаге 3, выбирают термины, которые описывают объекты, существующие независимо, а не термины, которые описывают эти объекты. В концептуальной модели эти термины будут классами и станут точками привязки в иерархии классов.

Если класс А – надкласс класса В, то каждый экземпляр В также является экземпляром А. Другими словами, класс В представляет собой понятие, которое является «разновидностью» А.

**Шаг 5.** Определение полей классов (концептов).

Классы сами по себе не предоставляют достаточно информации для ответа на вопросы выбора

субподрядчика из Шага 1. После определения некоторого количества классов необходимо описать внутреннюю структуру понятий.

Необходимо выбрать классы из списка терминов, который мы создали на Шаге 3. Большинство оставшихся терминов, вероятно, будут свойствами этих классов. Эти термины включают, к примеру, метод печати, электропитание, расходный материал, управление от внешнего источника, размер, материал изготовления и т. д.

Для каждого свойства из списка мы должны определить, какой класс оно описывает. Эти свойства станут полями, привязанными к классам. Таким образом, у класса «продукция» будут следующие поля: скорость печати, объем памяти, кол-во шрифтов и т. д. [9, 10].

#### Шаг 6. Определение факетов полей.

У поля могут быть следующие факеты: текущее значение поля, значение поля по умолчанию, множество присоединенных к полю процедур-демонов, множество присоединенных к полю процедур-триггеров, множество ограничений на значение поля, линейные порядки на множествах, флаг, указывающий на участие поля в процессе рекуррентного восходящего логического вывода и флаг, указывающий на тип поля.

Разрешенные классы для полей типа экземпляр являются доменами. Классы, к которым привязаны поля, или классы, свойство которых описывает поле, называются доменом слота. Основные правила определения домена слота и диапазона значений слота схожи друг с другом:

При определении домена или диапазона значений поля необходимо выделить наиболее общие классы или классы, которые могут быть соответственно доменом или диапазоном значений слотов.

#### Шаг 7. Создание экземпляров.

На последнем этапе создания концептуальной модели в базу данных заносятся экземпляры классов. Для определения отдельного экземпляра класса требуется:

- 1) выбрать класс;
- 2) создать отдельный экземпляр этого класса;
- 3) ввести значения полей.

### 6. Результаты исследования интегрированной системы поддержки принятия решений

В результате проведения исследований, построена модель интегрированной системы поддержки принятия решений, реализованная на базе виртуального приборостроительного предприятия. При этом сформирована технология синтеза интегрированной системы поддержки принятия решений, позволившая рационализировать процессы концептуализации и формализации.

### 7. Выводы

Разработана знание-ориентированная информационная технология синтеза интегрированной системы поддержки принятия решений, позволившая рационализировать процессы концептуализации и формализации.

Предложена концептуальная модель процесса производства маркировочного оборудования и ИС-ППР, указывающая руководителю, при изготовлении оборудования, на наиболее подходящего из субподрядчиков для выполнения элемента процесса производства и устранение факторов существенно влияющих на снижение качества выпускаемого изделия.

#### Литература

1. Тыгу, Э. Х. Концептуальное программирование [Текст] / Э. Х. Тыгу. – М.: Наука, 1984. – 256 с.
2. Захаров, В. И. Нечеткие модели интеллектуальных промышленных регуляторов и систем управления: Методология проектирования [Текст] / В. И. Захаров, С. В. Ульянов // Изв. РАН. Техническая кибернетика. – 1993. – № 5. – С. 197–216.
3. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 315 с.
4. Левин, Р. Практическое введение в технологию искусственного интеллекта и экспертных систем с иллюстрациями на Бейсике [Текст] / Р. Левин, Д. Дранг, Б. Эдельсон. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 237 с.
5. Терелянский, П. В. Системы поддержки принятия решений. Опыт проектирования [Текст]: монография / П. В. Терелянский; ВолгГТУ. – Волгоград, 2009. – 127 с.
6. Трахтенгерц, Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений [Текст] / Э. А. Трахтенгерц. – М.: Синтег, 1998. – 376 с.
7. Сараев, А. Д. Системный анализ и современные информационные технологии [Текст] / А. Д. Сараев, О. А. Щербина // Труды Крымской Академии наук. – Симферополь: СОНАТ, 2006. – С. 47–59. – [http://matmodelling.pbnet.ru/Statya\\_Saraev\\_Shcherbina.pdf](http://matmodelling.pbnet.ru/Statya_Saraev_Shcherbina.pdf)
8. Методы принятия решений. Модификация метода Дельфи и метод анализа иерархий [Текст]. – Методические указания к лабораторной работе по курсу "Системы поддержки принятия решений". – М.: МГИЭМ, 2007. – 20 с.
9. Собчак, А. П. Основы производства радиоэлектронной аппаратуры [Текст] / А. П. Собчак; Национальный аэрокосмичний університет імені М. Є. Жуковського «ХАІ». – Х.: Видавець Іванченко І. С., 2014. – 284 с.
10. Собчак, А. П. Эффективное использование маркировочного оборудования в Украине [Текст]: науч.-практ. конф. / А. П. Собчак // Пакувальна індустрія (стан та перспективи для харчових продуктів). – Алушта, 2011. – Вып. 3. – С. 132–135.

#### References

1. Tyugu, E. H. (1984). Conceptual programming. Moscow: Nauka, 256.
2. Zakharov, V. I., Ulyanov, S. V. (1993). Fuzzy model of intelligent industrial controllers and control systems: design methodology. Math. Russian Academy of Sciences. Technical cybernetics, 5, 197–216.
3. Saaty, T. (1993). Decisions. The method of analysis of hierarchies. Moscow: Radio and Communications, 315.
4. Levin, R., Drang, D., Edelson, B. (1990). A practical introduction to the technology of artificial intelligence and expert systems illustrated in BASIC. Moscow: Finance and Statistics, 237.
5. Terelyansky, P. V. (2009). Systems decision support. Design Experience. Volgograd, 127.
6. Trahtengerts, E. A. (1998). Computer support of decision-making. Moscow: SINTEG, 376.
7. Barnes, A. D., Sherbina, O. A. (2006). System analysis and modern information technologies. Proceedings of the Crimean Academy of Sciences. Simferopol: Sonata, 47–59.

Available at: [http://matmodelling.pbnet.ru/Statya\\_Saraev\\_Shcherbina.pdf](http://matmodelling.pbnet.ru/Statya_Saraev_Shcherbina.pdf)

8. Decision-making methods. A modification of Delphi and Analytic Hierarchy Process (2007). Methodical instructions to laboratory work on the course "decision support system". Moscow: MGIEM, 20.

9. Sobchak, A. P. (2014). Fundamentals of electronic apparatus. Kharkiv: Vidavets Ivanchenko I. S., 284.

10. Sobchak, A. P. (2011). Effective use of marking equipment in Ukraine. Pakuvalna industriya (the camp is the prospect for the nutritive produktiv). Alushta, 3, 132–135.

Дата надходження рукопису 10.02.2016

**Собчак Андрей Павлович**, кандидат технических наук, доцент, кафедра менеджмента, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ", ул. Чкалова, 17, г. Харьков, Украина, 61070  
E-mail: Sobchak@ukr.net

**Шостак Игорь Владимирович**, доктор технических наук, профессор, кафедра компьютерной инженерии, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ", ул. Чкалова, 17, г. Харьков, Украина, 61070  
E-mail: iv.shostak@ukr.net

УДК 621.822

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.64109

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОСТАТОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДПЯТНИКА С КАРМАНАМИ РЭЛЕЯ

© Т. Н. Сорокина

*Рассмотрены экспериментальные исследования гидростатодинамического подпятника с карманами Рэлея на различных режимах эксплуатации, произведен сравнительный анализ полученных результатов с теоретическими расчетами его статических характеристик по термогидродинамическим уравнениям смазки. В работе представлены особенности испытаний гидростатодинамического подпятника, методика проведения опытов на экспериментальной установке, тарировка и контроль установленных датчиков, анализ полученных результатов экспериментальных испытаний*

**Ключевые слова:** экспериментальные исследования, гидростатодинамический подпятник с карманами Рэлея, экспериментальная установка, тарировка датчиков

*The experimental researches for hybrid Reyleigh step bearing at the different regimes of exploitation are investigated. Comparative analysis and the analysis of test data with theoretical calculations of the bearing static characteristics on the basis of thermohydrodynamic lubrication equalizations were carried out. The fundamental aspects of the test, concerning to hybrid bearing, the test procedure at the experimental facility, installed sensors taring, controlling and reading are determined*

**Keywords:** experimental researches, hybrid Reyleigh step bearing, experimental facility, sensors taring

### 1. Введение

В современном машиностроении, а особенно в тяжелом машиностроении, для машин и механизмов, валы которых во время эксплуатации подвержены большим осевым нагрузкам, применяют подшипниковые узлы с упорными подшипниками скольжения жидкостной смазки (УПС). Эффективность применения УПС в составе подшипникового узла на разных режимах и при различных условиях эксплуатации определяется типом УПС и выравнивающего устройства [1–3]. Проектирование конструкции такого подшипникового узла является сложной инженерной задачей. Для ее решения существуют рекомендации по расчетам и проектированию конструкции УПС в зависимости от его типа и конструкции выравнивающего устройства [1, 4–7]. Принятые конструктивные решения, работоспособность и эффективность подшипникового узла на различных режимах эксплуатации проверяют на экспериментальном стенде

[5–7]. Экспериментальные исследования УПС позволяют оценить адекватность теоретических расчетов статических характеристик подпятника, исследовать влияния конструктивных и режимных параметров на эти характеристики, выявить особенности его эксплуатации на различных режимах. Это делает актуальным проведение экспериментальных исследований гидростатодинамического УПС.

### 2. Постановка задачи и литературный обзор

Экспериментальные исследования различных типов УПС в сочетании с установленным выравнивающим устройством позволяют проверить эффективность данного типа УПС при различных условиях эксплуатации. Проверка работоспособности УПС при торцевом биении вала [8], исследование влияния шероховатости поверхности [9] и применения новых материалов [10], определение температуры смазочного слоя [11–13], влияние изменения подачи смазки