



УДК 004.82:61

© 2015 г. **М.В. Петряева**, канд. мед. наук
(Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток)

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС «ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ» ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ*

Сформирован новый информационный ресурс для медицинских интеллектуальных сервисов, размещенных на облачной платформе IASaaS. База наблюдений содержит формальное описание наблюдений лабораторных методов исследования больного, наиболее часто встречающиеся в медицинской практике.

Ключевые слова: база наблюдений, лабораторные методы исследования, медицинский облачный сервис.

Введение

Облачные технологии обладают большим потенциалом для революционных изменений в области медицины, поскольку смогут предоставить информацию о пациенте, результаты клинических анализов и исследований в любое время и любом месте. На практике это означает более квалифицированную и лучшую медицинскую помощь, которая поможет спасти тысячи жизней.

На Западе уже существуют полномасштабные облачные платформы хранения электронных медицинских карт с большим количеством сопутствующих услуг, включая электронные рецепты, электронные направления, поиск нужного пациенту врача по специализации и району, услугу «второе мнение» (дополнительная консультация стороннего), электронный каталог лекарственных средств с автоматическим сопоставлением всех принимаемых пациентом препаратов и услугой напоминания о приеме. Примером служат американские платформы PracticeFusion и PatientFusion [1, 2]. Облачные технологии в России только начинают развиваться. В масштабах всей отечественной ИТ-индустрии облачные услуги 2014 г. по прогнозу должны были составить 0,4 – 0,5% [4]. Первая когнитивная экспертная система для онкологии – DeepQA Watson корпорации IBM – уже начала успешно применяться в нашей стране. Российская компания Socmedica занимается разработкой собственной облачной экспертной системы по диагностике заболеваний и принятию решений, используя объединенную Базу Медицинских

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 14-07-00270 и 15-07-03193.

Знаний – United Medical Knowledge Base (UMKB) [3].

Облачная платформа IACPaaS (Intellectual Applications, Control and Platform as a Service) и одноименный исследовательский проект лаборатории интеллектуальных систем ИАПУ ДВО РАН направлены на предоставление услуг доступа:

специалистам в различных предметных областях – к прикладным средствам (в качестве реализации модели SaaS);

разработчикам программных и информационных ресурсов – к средствам разработки (в качестве реализации модели PaaS);

управляющим хранимыми ресурсами – к средствам управления (в качестве реализации модели SaaS).

Проект IACPaaS предполагает разработку прикладных интеллектуальных Интернет-приложений (сервисов) для медицины, химии, математики и системного программирования [5]. К настоящему времени на облачной платформе IACPaaS функционируют и разрабатываются различные медицинские интеллектуальные сервисы, с помощью которых возможна диагностика заболеваний, установление причины заболевания, подбор лечения – все с объяснением полученного результата, понятным пользователю. Компонентами этих сервисов являются не только программные, но и информационные ресурсы, в частности содержащие знания, необходимые для решения медицинских задач.

Лабораторные методы исследования являются обязательным компонентом обследования больного наряду с основными методами исследования (расспрос, осмотр, пальпация, аускультация). Глубоко внедрившись в медицинскую практику, они оказались настолько важными и ценными, что без их применения врач не может с достаточной уверенностью установить точный диагноз заболевания, а также назначить лечение, соответствующее изменениям, происшедшим в организме пациента. Лабораторные методы исследования больного очень разнообразны, а в последние годы их число непрерывно увеличивается. Широкое применение в клинической и исследовательской практике лабораторных методов исследования позволяет глубже изучать уже известные и ранее неизвестные болезни, а главное – осуществлять их раннюю диагностику, без которой невозможно современное лечение.

Целью настоящей работы является систематизация современных методов лабораторной диагностики, используемых в медицине для обследования пациентов, формализация их в виде единой логической структуры и реализация как информационного ресурса на облачной платформе IACPaaS.

Формирование информационных ресурсов

В соответствии с идеологией облачной платформы [5], а также технологией создания жизнеспособных интеллектуальных облачных сервисов [6] разработка баз знаний и баз данных осуществляется на основе метаинформации. При этом важным требованием к метаинформации является обеспечение ее универсальности для различных разделов медицины и повторной используемости в сервисах.

Базы знаний сгруппированы в разделы, соответствующие направлениям медицины: *терапия, хирургия, урология, офтальмология*, и др. Каждый раздел

включает подразделы, – например, раздел *терапия* состоит из подразделов: *заболевания органов дыхания, заболевания органов пищеварения, заболевания сердца и сосудов* и т.д. Каждый подраздел включает базы знаний о диагностике заболеваний и базы знаний о лечении заболеваний (рис. 1).



Рис. 1. Структура Базы знаний о диагностике и лечении заболеваний.

Каждая база знаний о диагностике, – например, *база знаний о диагностике заболевания бронхиальная астма* – включает формальное описание его *возможных причин, необходимого условия* для возникновения заболевания и *клинической картины*, которая состоит из описания *клинических проявлений*, строящихся на основе соответствующих *наблюдений*. Базы знаний о лечении заболеваний включают: *медикаментозное лечение* [7], *хирургическое* и *восстановительное лечение*. Каждая база знаний о лечении, – например, *база знаний о медикаментозном лечении заболевания язвенная болезнь* – включает формальное описание групп препаратов и вариантов их использования при различных клинических ситуациях.

Базы данных сформированы по соответствующим онтологиям, при этом раздел баз данных, включающий базы наблюдений, состоит из подразделов, соответствующих структуре традиционной истории болезни: *история жизни, жалобы, объективное исследование, лабораторные и инструментальные методы исследования*. *Объективное исследование* включает два подраздела: *общеклиническое исследование* и *узкоспециализированные исследования*. Подраздел *общеклиническое исследование* состоит из следующих баз наблюдений: *общий осмотр, система органов дыхания, система органов пищеварения, система органов кровообращения* и др. *Узкоспециализированные исследования* включают базы наблюдений, в которых формально описаны редко встречающиеся и патогномичные симптомы (наблюдения), используемые хирургами, неврологами, урологами и другими специалистами. Структура раздела представлена на рис. 2.



Рис. 2. Структура Базы наблюдений обследования больного.

Формирование базы наблюдений

База наблюдений «Лабораторные методы исследования» является частью «Базы наблюдений обследования больного» и в свою очередь включает 9 тематических разделов лабораторной диагностики: *общеклинические исследования, биохимические исследования, бактериологические исследования, серологические, иммунологические, гематологические и аллергологические исследования, а также исследования свертывающей системы крови и молекулярно-генетическую диагностику.* В каждом разделе формально описаны клинические лабораторные исследования состава образцов биоматериалов (кровь, моча, мокрота, желудочное содержимое, плевральная и спинномозговая жидкость, отделяемое уретры и цервикального канала, эякулят и др.) с задачей обнаружения/измерения их эндогенных или экзогенных компонентов, структурно или функционально отражающих состояние и деятельность органов, тканей, систем организма, поражение которых возможно при предполагаемой патологии в процессе обследования больного.

База наблюдений «Лабораторные методы исследования» формируется в соответствии с моделью онтологии предметной области «Медицинская диагностика» [8]. Это позволяет учесть такие принципы формирования информационных ресурсов IASPaas как:

терминология, в которой описываются информационные ресурсы, общепринята и понятна медицинским специалистам;

метаинформация (онтология), по которой создаются информационные ресурсы (базы знаний и базы данных), едины для всех разделов медицины.

Для описания использованы онтологические термины: *группы наблюдений,*

наблюдения, характеристики, значения.

В *группы наблюдений* объединены наблюдения состава образцов биоматериала, который берется для исследования из различных органов или систем пациента. Например, группа наблюдений «Бактериологическое исследование отделяемого дыхательных путей» включает группы наблюдений: *бактериологическое исследование мокроты, бактериологическое исследование отделяемого из носа, бактериологическое исследование пленок из глотки, бактериологическое исследование плеврального экссудата* и тд.

Наблюдение – это, как правило, вид образца биоматериала (нативный препарат, мазок, ингаляционный тест и др.) или метод, который используется для исследования, – например, группа наблюдений «Серологическое исследование сыворотки крови» – описывается наблюдениями: *исследование методом ИФА (иммуноферментный анализ), исследование методом РЛА (реакция латекс-агглютинации), исследование методом РКП (реакции кольцепреципитации), исследование методом РИФ (реакция иммунофлюоресценции), исследование методом МФА (флюоресцирующих антител).*

Наблюдение состоит из характеристик, каждая *характеристика* описывается совокупностью значений – *качественных*, перечисляемых в описании, или *количественных*, задаваемых диапазоном. Для описания *значений* использованы измерительные шкалы: для качественных – номинальная и ординальная, для количественных – интервал на размерной шкале. Шкала номинальная (наименований) представляет собой конечный набор обозначений для никак не связанных между собой состояний (свойств) объекта. Для обозначения в ней использованы слова естественного языка или произвольные символы. Ординальная (порядковая) шкала дает возможность ранжировать значения характеристик. Она применяется в тех случаях, когда наблюдаемый (измеряемый) признак состояния имеет природу, не только позволяющую отождествлять состояния с одним из классов эквивалентности, но и дающую возможность сравнивать разные классы. Измерения в порядковой шкале содержат информацию только о порядке следования величин, но не позволяют сказать, насколько одна величина больше другой или насколько она меньше другой. Область значений количественных показателей описывается интервалами целых или вещественных чисел, – например, *общий анализ мочи, лейкоциты*, норма: 0 – 2 в п/зр или *белок*, норма: 0 – 0,033 г/л.

Описание качественной характеристики включает описание нормального значения параметра, которое пишется *курсивом* в начале перечислений значений, затем описание всех возможных значений характеристики. Описание количественной характеристики включает: единицу измерения показателя в международной системе СИ (г/л, %, КОЕ/мл), норму показателя, затем возможные отклонения значений показателя (снижение или повышение) в соответствии со следующей шкалой:

↓ – умеренное снижение показателя (отклонение 20 – 30 % от нижней границы нормы);

↓↓ – значительное снижение показателя (отклонение более 30% от нижней границы нормы);

↑ – умеренное повышение показателя (отклонение 20-30 % от верхней границы нормы);

↑↑ – значительное повышение показателя (отклонение более 30% от верхней границы нормы).

Если имеются различные значения показателей у мужчин и женщин, введены и описаны варианты нормы и отклонения в каждой группе с использованием символов М и Ж соответственно. Если показатель измеряется в различных единицах (например в % и тыс/мкл), описаны норма и отклонение показателя для обеих единиц измерения. Ниже приведены фрагменты базы наблюдений (используя различные шкалы [9,10]).

1. Описание качественных значений

Наблюдение «Общий анализ мочи» (Общеклинические исследования) описывается характеристиками:

Цвет: *соломенно-желтый*, зеленовато-желтый, темно-желтый, «цвет пива», темно-бурый, красный, «мясных помоев», беловатый.

Прозрачность: *полная*, неполная, мутноватая, мутная.

Запах: *обычный*, аммиачный, фруктовый.

...

Наблюдение «Базофильный тест Шелли» (Аллергологические исследования) описывается характеристиками:

Результат реакции прямого базофильного теста: «-» – (*отрицательный*), «+» – (слабоположительный), «++» – (умеренно положительный), «+++» – (резко положительный).

Результат реакции непрямого базофильного теста: «-» – (*отрицательный*), «+» – (слабоположительный), «++» – (умеренно положительный), «+++» – (резко положительный)...

2. Описание количественных значений (целых и вещественных)

Наблюдение «Клинический анализ крови» (Общеклинические исследования) описывается характеристиками:

Гемоглобин: г/л, М *130-160*, ↓129-100, ↓↓<100, ↑161-200, ↑↑>200;

Ж *120-140*, ↓119-100, ↓↓<100, ↑141-160, ↑↑>160.

Гематокрит: %, М *40-54*, ↓39-35, ↓↓<35, ↑55-60, ↑↑>60;

Ж *36-47*, ↓35-30, ↓↓<30, ↑48-60, ↑↑>60

...

Наблюдение «Клеточный иммунитет» (Иммунологические исследования) описывается характеристиками:

CD-3 (Т-лимфоциты): тыс/мкл ($\times 10^9$ /л), *0,9-2,2*, ↓0,89-0,7, ↓↓<0,7, ↑2,2-3,5, ↑↑>3,5;
%, *55-75*, ↓54-45, ↓↓<45, ↑76-85, ↑↑>85.

CD-4 (Т-хелперы): тыс/мкл ($\times 10^9$ /л), *0,6-1,9*, ↓0,59-0,45, ↓↓<0,45, ↑1,91-3,5, ↑↑>3,5;
%, *35-65*, ↓34-25, ↓↓<25, ↑66-81, ↑↑>81.

CD-19 (Т-супрессоры): тыс/мкл ($\times 10^9$ /л), *0,3-0,8*, ↓0,29-0,21, ↓↓<0,21, ↑0,81, ↑↑>0,81;
%, *12-30*, ↓11-6, ↓↓<6, ↑31-45, ↑↑>45.

CD-25: %, *10 – 15*, ↓9-7,5, ↓↓<7,5, ↑16-25, ↑↑>25

...

Реализация базы наблюдений

Для реализации информационного ресурса база наблюдений «Лабораторные методы исследования» была выбрана облачная платформа IACPaaS [4]. В общем случае облачная платформа состоит из информационных и программных компонентов (рис. 3). К первым относятся: онтологии, базы знаний и базы данных. Программные компоненты – прикладные и системные сервисы.

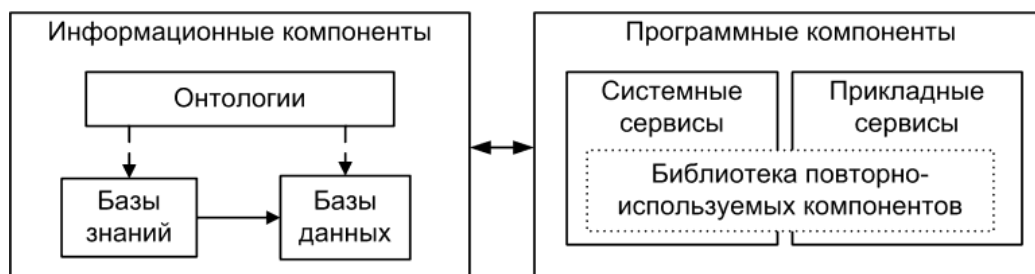


Рис.3. Обобщенная структурная схема облачной платформы.

Сервис конструируется из агентов различного назначения, взаимодействующих путем обмена сообщениями. Прикладными сервисами являются экспертные системы поддержки принятия решений, сервисы формирования архивов историй болезни, компьютерные тренажеры. Системные сервисы обеспечивают создание и управление информационными ресурсами и программными компонентами. Имеется библиотека повторно-используемых компонентов сервисов.

Создаваемые на платформе IACPaaS информационные ресурсы размещаются согласно иерархии, интуитивно-понятной медицинским специалистам, а единая для различных разделов медицины информация может быть вынесена в отдельные повторно используемые ресурсы [5].

На рис. 4 показан фрагмент сформированного информационного ресурса «База наблюдений лабораторных методов исследования» – описание области возможных значений качественной характеристики наблюдения «Общий анализ мочи». Фрагмент описания характеристики с количественными значениями наблюдения «Клинический анализ крови» представлен на рис. 5.

Заключение

Новый информационный ресурс, представляющий результат систематизации современных методов медицинской лабораторной диагностики, сформирован и размещен на облачной платформе IACPaaS (Intelligence Application, Control and Platform as a Service). База медицинского знания «Лабораторные методы исследования» содержит описание наблюдений наиболее часто встречающихся в медицинской практике лабораторных методов для исследования больного, работа по ее дополнению и расширению продолжается. Она будет использоваться различными прикладными сервисами: *интеллектуальной системой диагностики острых и хронических заболеваний, интеллектуальной системой назначения лечения и компьютерными тренажерами* для практикующих врачей и студентов.

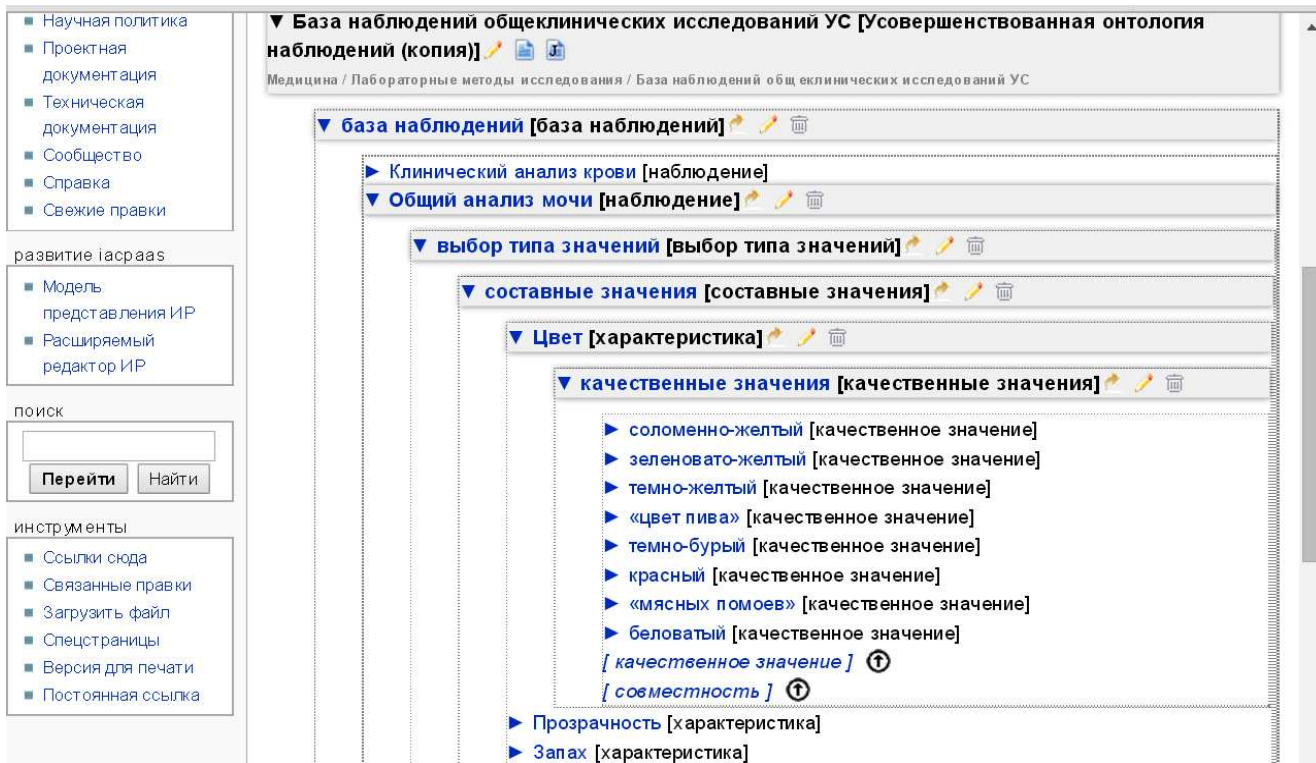


Рис. 4. Пример описания характеристики с качественным значением в виде инфоресурса.

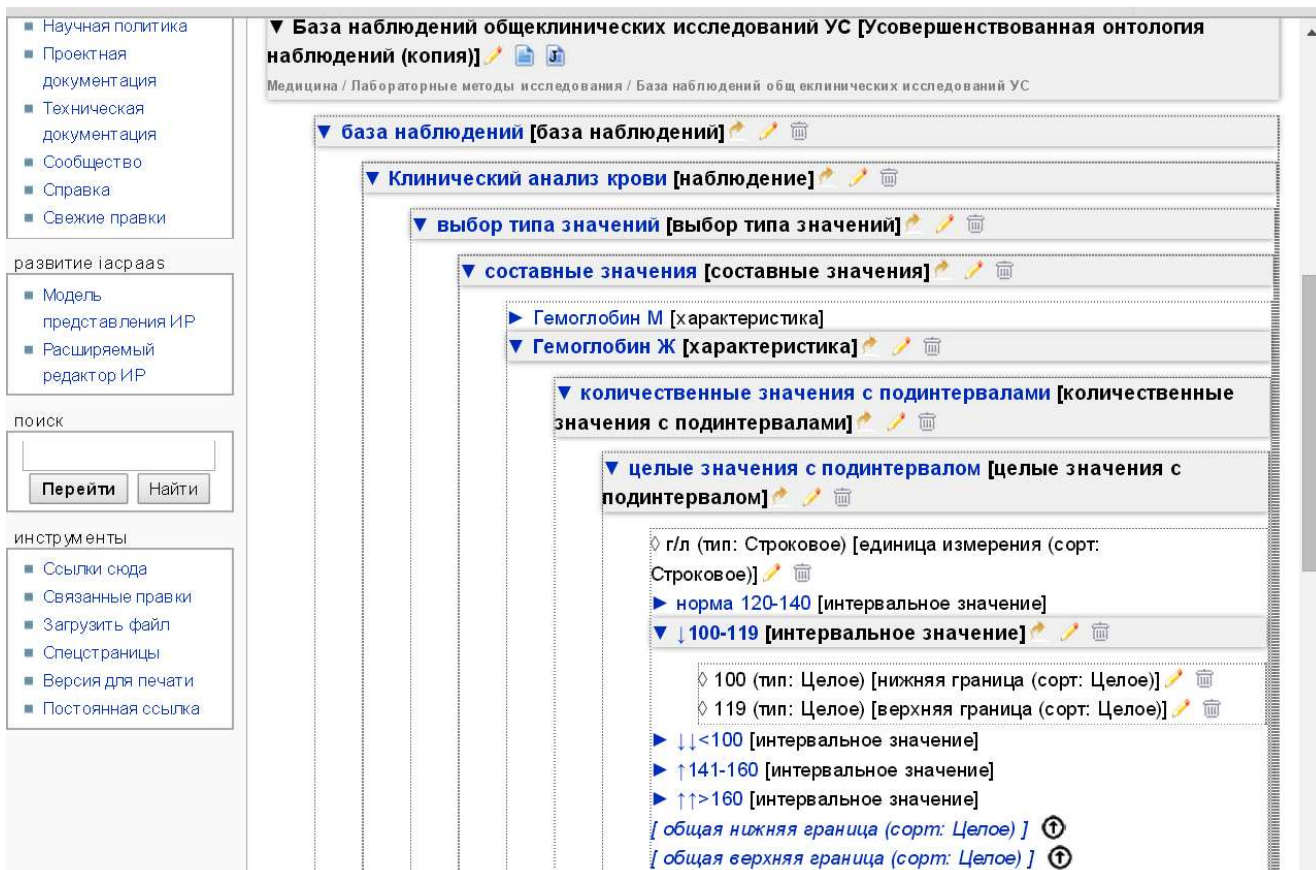


Рис. 5. Пример описания характеристики с количественным значением в виде инфоресурса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев А.В. Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, тренды // Врач и информационные технологии. – 2012. – № 3. – С.6-15.
2. Кобринский Б.А. Облачные технологии в клинической и научной деятельности научных медицинских учреждений // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2013. – Т. 11, № 10. – С.14-18.
3. Гусев А.В. Перспективы облачных вычислений и информатизация учреждений здравоохранения // Врач и информационные технологии. – 2011. – № 2. – С.6-17.
4. Куракова Н.А. Информатизация здравоохранения как инструмент создания «саморегулируемой системы организации медицинской помощи» // Врач и информационные технологии. – 2009. – № 2.
5. Грибова В.В., Клещев А.С., Крылов Д.А. и др. Проект IASaaS. Комплекс для интеллектуальных систем на основе облачных вычислений // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2011. – №1. – С.27-35.
6. Грибова В.В., Клещев А.С. Технология разработки интеллектуальных сервисов, ориентированных на декларативные предметные базы знаний. Часть 1. Информационные ресурсы // Информационные технологии. – 2013. – №9. – С.7-11.
7. Грибова В.В., Окунь Д.Б., Черняховская М.Ю. Онтология и модель онтологии предметной области «медикаментозное лечение» // Информатика и системы управления. – 2015. – №2(44). – С.70-79.
8. Клещев А.С., Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю. Модель онтологии предметной области «Медицинская диагностика». Часть 1. Неформальное описание и определение базовых терминов // НТИ. Серия 2. – 2005. – №12. – С.1-7.
9. Петряева М.В. База наблюдений «Лабораторные методы исследования» для банка знаний в области медицины. Часть 1. – Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2014.
10. Петряева М.В. База наблюдений «Лабораторные методы исследования» для банка знаний в области медицины. Часть 2. – Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2014.

Статья представлена к публикации членом редколлегии А.С. Клещевым.

E-mail:

Петряева Маргарита Вячеславовна – margaret@iacp.dvo.ru.

6th IFAC International Workshop on Periodic Control Systems

<http://psyco2016.wtb.tue.nl/>

Meeting scope

Periodic control has been an active research area over the last decades. Several ideas, techniques and approaches have been developed for periodic systems modelling, analysis, identification, prediction, observation and control. The developed theoretical tools have been applied in many industrial fields including aeronautic and aerospace, telecommunications, power systems. This workshop aims at bringing together researchers and practitioners interested in periodic control and its applications in science and engineering. It will provide a forum for presentation of recent developments and assessment of the most promising trends for future research. The scope of the workshop covers all aspects of oscillatory systems theory e.g. modelling and analysis and signals and dynamics, repetitive control design.

PSYCO 2016 is sponsored by the IFAC Technical Committees:

TC1.2: Adaptive Learning Systems

TC1.1: Modeling, Identification and Signal Processing

TC2.1: Control design

TC2.3: Non-linear control systems.