

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет Информационных технологий и управления  
Кафедра Интеллектуальных информационных технологий

**ОТЧЁТ**  
по ознакомительной практике

Выполнил:

А. В. Хмара

Студент группы  
321701

Проверил:

В. В. Голенков

Минск 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
1 Постановка задачи . . . . .	4
2 Формализованные фрагменты теории интеллектуальных компьютер- ных систем и технологий их разработки . . . . .	5
3 Формальная семантическая спецификация библиографических ис- точников . . . . .	13
Заключение . . . . .	15
Список использованных источников . . . . .	16

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Цель:**

Закрепить практические навыки формализации информации в интеллектуальных системах с использованием семантических сетей.

### **Задачи:**

- Построение формализованных фрагментов теории интеллектуальных компьютерных систем и технологий их разработки;
- Построение формальной семантической спецификации библиографических источников, соответствующих указанным выше фрагментам;
- Оформление конкретных предложений по развитию текущей версии Стандарта интеллектуальных компьютерных систем и технологий их разработки

# 1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

## **Часть 2 Учебной дисциплины "Представление и обработка информации в интеллектуальных системах"**

⇒ библиографическая ссылка\*:

- Стандарт OSTIS
- Материалы конференций OSTIS
- Толковый словарь по Искусственному интеллекту  
⇒ URL\*:  
[<http://raai.org/library/tolk/aivoc.html>]
- Е.Г. Кравченко, 2016 УДК 336.27 Е.Г. Кравченко  
⇒ URL\*:  
[<https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-kachestva-tehnologicheskikh-protsessov/viewer>]
- С.Н. Фурсенко  
⇒ URL\*:  
[<https://rep.bsatu.by/bitstream/doc/135/1/Fursenko-S-N-Avtomatizaciya-tehnologicheskikh-processov.pdf>]

## **2 ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ ФРАГМЕНТЫ ТЕОРИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ИХ РАЗРАБОТКИ**

### **ВВЕДЕНИЕ В ГЛАВУ 7.7**

Современное направление конвергенции работ в области создания интеллектуальных систем (см. Голенков В.В. «Обучающиеся ОС-2018» ст.) требует разработки соответствующего программного обеспечения с элементами когнитивных способностей на основе семантически совместимых технологий искусственного интеллекта. Концепция Industry 4.0 предполагает построение единой онтологической модели предприятия (см. Taberko V.V. «Design of BMEitC-2018 art»), включающей в себя описание оборудования и технологических процессов производства. Технология OSTIS предоставляет средства для построения такой модели, обеспечивает возможность построения «цифрового двойника» предприятия на основе формализованного описания соответствующей предметной области. Полученная онтологическая модель, таким образом, может выступать основой интеграции востребованных интеллектуальных решений по автоматизации и информационному обеспечению производственной деятельности. В первой части главы рассматривается подход к построению системы адаптивного управления технологическим процессом производства в виде решателя соответствующей OSTIS-системы на основе онтологии предметной области «технологические процессы производства с вероятностными характеристиками». В основу функционирования предлагаемой системы положено применение нейросетевых контроллеров. В основу формализации контура управления и математических моделей объекта исследования положены результаты научных разработок авторов в области имитационного моделирования сложных технических систем (см. Смородин В.С. «Методы СИМТ-2007» кн.). Такая реализация позволяет обеспечить возможность интеграции предлагаемого решения с другими разработками, программными средствами предприятия для обеспечения построения интеллектуальных систем автоматизированного управления, рекомендательных систем и систем поддержки принятия решений, систем информационного обеспечения персонала предприятия. Во второй части главы рассматриваются вопросы построения онтологической модели предприятия на примере предметной области «рецептурные производства» с применением общепринятых международных стандартов описания содержания производственной деятельности предприятия. Формализация стандартов является основой подхода к проектированию предприятия, в ее процессе требуется принять во внимание сложную специфику предметной области, возможность неоднозначной трактовки положений и необходимость обеспечения актуализации используемых стандартов. Онтологический подход к построению умных предприятий в рамках Экосистемы OSTIS показан на примере формализованного описания физической модели предприятия ОАО «Савушкин продукт» и построения системы автоматизации деятельности инженера-технолога.

### **§7.7.1 АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ OSTIS**

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

*точность*

:= [степень соответствия параметров изготовленного изделия тем параметрам, которые указаны в нормативно-технологической документации]

:= [accuracy]

**стабильность**

- := [свойство технологического процесса сохранять значения показателей качества продукции в заданных границах на протяжении определенного времени]
- := [stability]

**надёжность**

- := [способность технологического процесса обеспечить изготовление годных изделий, как по точности отдельных параметров, так и по комплексу физикохимических характеристик]
- := [reliability]

**уровень автоматизации**

- := [это формализованная, выраженная числом степень роботизации выполняемых операций или независимость автоматизированного комплекса от человека]
- := [automation level]

**уровень выхода годной продукции**

- := [это формализованная, выраженная числом степень роботизации выполняемых операций или независимость автоматизированного комплекса от человека]
- := [level of yield of suitable products]

**патентная чистота**

- := [юридическое свойство объекта (устройства, изделия, вещества, технологии и т. д.), характеризующее возможность его использования без нарушения прав на действующие патенты других лиц на территории определенной страны или региона]
- := [patent purity]

**материалоёмкость**

- := [расход материалов в расчете на натуральную единицу или на единицу стоимости выпускаемой продукции. Материалоемкость измеряется в физических единицах, в денежном выражении или в процентах, которые составляют стоимость материалов в общих издержках производства продукции, в себестоимости]
- := [material intensity]

**металлоёмкость**

- := [количество металла, расходуемое на изготовление определённой машины, механизма, строительной конструкции]
- := [metal intensity]

**энергоёмкость**

- := [величина потребления энергии и (или) топлива на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления продукции, выполнение работ, оказание услуг на базе заданной технологической системы]
- := [energy intensity]

**производительность**

⇒ *пояснение\**:

[свойство технологического процесса обеспечивать выпуск определенного количества изделий на протяжении указанного промежутка времени. Различают производительность часовую, сменную, месячную]

:= [performance]

**себестоемость**

:= [стоимостная оценка текущих затрат предприятия на производство и реализацию продукции.]

:= [cost price]

⊃ *технологическая себестоимость*

**технологическая себестоимость**

:= [часть производственной себестоимости изделия, которая непосредственно связана с конкретным технологическим процессом и конструкцией этого изделия.]

:= [technological cost]

⊂ *себестоемость*

**трудоёмкость**

:= [трудоёмкость - количество рабочего времени человека, затрачиваемого на производство единицы продукции.]

:= [laboriousness]

⊃ *технологическая трудоёмкость*

**технологическая трудоёмкость**

:= [технологическая трудоёмкость - это затраты труда рабочих, осуществляющих технологическое воздействие на предметы труда, учитываемые в товарной продукции предприятия.]

:= [technological laboriousness]

⊂ *трудоёмкость*

**экономичность**

:= [себестоимость изготовления детали.]

**взрывобезопасность**

:= [состояние производственного процесса, при котором исключается возможность взрыва или, в случае его возникновения, предотвращается воздействие на людей избыточного давления в ударной волне, скоростного напора воздуха и др.]

:= [explosion-proof]

Свойства технологического процесса можно разделить на следующие категории:

⇒ *обобщенная декомпозиция\**:

*основные категории*

= { • *технические*

⇒ *разбиение\**:

- { • *точность*
- *стабильность*
- *надёжность*
- *уровень автоматизации*
- *быстродействие*
- *контролируемость*
- *уровень выхода годной продукции*
- *патентная чистота*
- }

• *экономические*

- ⇒ разбиение\*:
  - {• материалоемкость
  - металлоемкость
  - энергоёмкость
  - производительность
  - технологическая трудоёмкость
  - технологическая себестоимость
  - экономичность
- эргономические и эстетические
  - ⇒ разбиение\*:
    - {• удобство обслуживания и управления
    - гигиеничность
- безопасность
  - ⇒ разбиение\*:
    - {• уровень токсичности
    - уровень шума
    - взрывобезопасность
    - степень загрязнения окружающей среды

Качество технологических процессов можно оценивать по совокупности различных свойств. В основе такой методики лежит использование безразмерного обобщенного показателя, учитывающего всю совокупность необходимых потребителю свойств технологического процесса. В качестве такого показателя принимается обобщенная функция желательности Харрингтона.

#### ***шкала желательности Харрингтона***

- := [количественный, однозначный, единый, универсальный показатель качества объекта, как параметра оптимизации.]
- ⇒ *назначение\**:
  - [установление соответствия между полученными значениями показателей свойств и оценками экспериментатора желательности того или иного показателя для функции органа, системы и в целом организма человека]
- ⇒ *стандартные отметки по шкале желательности\**:
  - [



Желаемая оценка	Отметки по шкале желательности
Очень хорошо	1,00-0,80
Хорошо	0,80-0,63
Удовлетворительно	0,63-0,37
Плохо	0,37-0,20
Очень плохо	0,20-0,00

]

⇒ расчёт функции желательности\*:

[

$$D = \sqrt[n]{\prod_{u=1}^n d_u^{\beta_u}},$$

]

⇒ пояснение\*:

[Обобщенная функция желательности D рассчитывается как среднее геометрическое из частных функций желательности d с учетом значимости каждого свойства.]

⇒ переменные\*:

[u-номер свойства в ранжированной последовательности свойств; n-число свойств технологического процесса;  $\beta_u$ -коэффициент весомости (показатель значимости) свойства технологического процесса]

#### **частная функция желательности**

:= [Частная функция желательность это значение частного показателя, переведенного в безразмерную шкалу желательности]

⇒ пояснение\*:

[Шкала желательности имеет интервал от d=0, что соответствует неприемлемому уровню данного свойства, до d=1, что означает самое лучшее значение свойства.]

⇒ математическая зависимость оценки от показателя свойства\*:

[

$$d = (e^{-e})^{-y}$$

]

⇒ переменные\*:

[y-кодированное значение частного показателя, то есть его значение в условном масштабе]

⇒ пояснение\*:

[Коэффициенты весомости показателей свойств технологического процесса определяются экспертным опросом по методу рангов. Составляется ранжированный ряд свойств технологического процесса в порядке возрастания суммы рангов.]

⇒ *показатель значимости свойства\**:

$$\beta_u = \frac{u}{2^{u-1}}.$$

⇒ *показатель значимости свойства\**:

Место свойства (ранг)	1	2	3	4	5	6		$\infty$
Показатель значимости	1,00	1,00	0,75	0,50	0,31	0,187	...	0,00

⇒ *пояснение\**:

[Качество технологического процесса будет тем выше, чем большее значение имеет обобщенная функция желательности. На основании анализа результатов можно сделать вывод о качестве технологического процесса, возможности его улучшения.]

⇒ *авторы\**:

- Кравченко Е.Г.
- Забарина Т.Ю.
- Степанов А.А.

⇒ *библиографические источники\**:

- Методика оценки качества технологических процессов
- <https://cyclowiki.org/wiki>
- <https://studfile.net/preview/9805632/page:11/>
- <https://sl3d.ru/slovar/k/3030-koefficient-vyhoda-godnoj-produkcii-dlja-tehnologicheskoy-sistemy.html>
- <https://start-patent.ru/patentability-freedom-to-operate>
- <https://www.finam.ru/publications/item/materialoemkost-20230629-0858/>
- <https://meganorm.ru/Data2/1/4293850/4293850809.htm>
- <https://studfile.net/preview/9535699/page:7/>
- <https://xn--b1ae4ad.xn--p1ai/enc/vzryvobezopasnost>

## §7.7.2 ПОСТРОЕНИЕ УМНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕЦЕПТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ OSTIS-СИСТЕМ

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

#### *автоматизация*

:= [применение технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека частично или полностью от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации ]

:=

- [automation]
- ⇒ *автоматизируются\**:
- {• *производственные процессы*
  - *проектирование сложных агрегатов, промышленных сооружений, производственных комплексов*
  - *организация в рамках цеха, предприятия, строительства, отрасли*
  - *планирование в рамках цеха, предприятия, строительства, отрасли*
  - *управление в рамках цеха, предприятия, строительства, отрасли*
  - *научные исследования*
  - *медицинское диагностирование*
  - *техническое диагностирование*
  - *программирование*
  - *инженерные расчеты*
  - }
- ⇒ *цель автоматизации\**:
- [повышение производительности и эффективности труда, улучшение качества продукции, устранение человека от работы в условиях, опасных для здоровья]
- ⇒ *основные виды автоматизации\**:
- {• *автоматический контроль*
  - *автоматическая защита*
  - *автоматическое управление*
  - }

#### **автоматический контроль**

- := [automatic control]
- ⇒ *разбиение\**:
- {• *автоматическая сигнализация*
  - *автоматическое измерение*
  - *автоматическая сортировка*
  - *автоматический сбор информации*
  - }

#### **автоматическая сигнализация**

- := [automatic alarm]
- ⇒ *пояснение\**:
- [предназначен для получения информации о ходе технологического процесса, о качестве и количестве выпускаемой продукции и для дальнейшей обработки, хранения и выдачи информации обслуживающему персоналу.]
- ⇒ *сигнальные устройства\**:
- {• *лампы*
  - *звонки*
  - *сирены*
  - *специальные мнемонические указатели*
  - }
- ⊂ *автоматический контроль*

#### **автоматическое измерение**

- := [automatic measurement]
- ⇒ *пояснение\**:
- [позволяет измерять и передавать на специальные указательные или регистрирую-

- щие приборы значения физических величин, характеризующих технологический процесс или работу машин]
- ⊂ *автоматический контроль*

***автоматическая сортировка***

:= [automatic sorting]

⇒ *пояснение\**:

[осуществляет контроль и разделение продуктов по размеру, весу, твердости, вязкости и другим показателям]

- ⊂ *автоматический контроль*

***автоматический сбор информации***

:= [automatic collection of information]

⇒ *пояснение\**:

[предназначен для получения информации о ходе ТП, о качестве и количестве выпускаемой продукции и для дальнейшей обработки, хранения и выдачи информации обслуживающему персоналу.]

- ⊂ *автоматический контроль*

***автоматическая защита***

:= [automatic protection]

⇒ *пояснение\**:

[представляет собой совокупность технических средств, которые при возникновении ненормальных и аварийных режимов прекращают контролируемый производственный процесс]

***автоматическое управление***

:= [automatic control]

⇒ *пояснение\**:

[включает комплекс технических средств и методов по управлению, обеспечивающих пуск и остановку основных и вспомогательных устройств, безаварийную работу, соблюдение требуемых значений параметров в соответствии с оптимальным ходом технологического процесса.]

***система автоматического управления ТП***

:= [TP automatic control system]

:= [САУ ТП]

:= [сочетание комплекса технических устройств с объектом управления.]

⇒ *авторы\**:

- *Фурсенко С.Н.*
- *Якубовская Е.С.*
- *Волкова Е.С.*

⇒ *библиографический источник\**:

*Автоматизация технологических процессов*

### 3 ФОРМАЛЬНАЯ СЕМАНТИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

**Е.Г. Кравченко**

⇒ *ключевой знак\**:

- *технологический процесс*
- *функция желательности Харрингтона*
- *свойства технологического процесса*

⇒ *аннотация\**:

[В статье рассматривается методика оценки качества технологических процессов по совокупности различных свойств технологического процесса (технических, экономических, эргономических и других), основанная на использовании безразмерного обобщенного показателя]

⇒ *цитата\**:

[Технологический процесс, являющийся частью производственного процесса, в системе менеджмента качества (СМК) организаций относят к основным процессам жизненного цикла продукции]

⇐ *пояснение\**:

*технологический процесс*

⇒ *цитата\**:

[Анализ отечественных и зарубежных литературных источников свидетельствует о том, что имеются различные подходы к оценке качества технологических процессов. Наиболее подходящим является подход, основанный на оценке процессов по шкале значимости Харрингтона, широко используется в системах менеджмента качества организаций для оценки их результативности. На основании предложенного подхода, качество технологических процессов необходимо оценивать по совокупности различных свойств. В основе такой методики лежит использование безразмерного обобщенного показателя, учитывающего всю совокупность необходимых потребителю свойств технологического процесса]

⇐ *пояснение\**:

*функция желательности Харрингтона*

**С.Н. Фурсенко**

⇒ *ключевой знак\**:

- *автоматизация*
- *технологический процесс*
- *сельское хозяйство*
- *автоматический контроль*
- *автоматическая защита*
- *автоматическое управление*

⇒ *аннотация\**:

[Учебное пособие посвящено вопросам электроавтоматики первого уровня технологических процессов сельскохозяйственного производства. В издании показано значение и особенности автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства, их влияние на синтез и разработку технологических требований к аппаратной части систем автоматического управления. Раскрыта технология проектирования систем автоматизации поточных линий. В том числе с использованием программируемых логических контроллеров в системах управления оборудовани-

ем. Описаны автоматические системы типовых технологических процессов сельскохозяйственного производства. Предназначено для студентов, широкого круга инженерно-технических работников.]

⇒ *цитата\**:

[Автоматизация — применение технических средств, экономико-математических методов и систем управления, освобождающих человека частично или полностью от непосредственного участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации. ]

⇐ *пояснение\**:  
*автоматизация*

⇒ *цитата\**:

[Цель автоматизации — повышение производительности и эффективности труда, улучшение качества продукции, устранение человека от работы в условиях, опасных для здоровья. ]

⇐ *пояснение\**:  
*автоматизация*

⇒ *цитата\**:

[В зависимости от функций, выполняемых специальными автоматическими устройствами, различают следующие основные виды автоматизации: автоматический контроль, автоматическую защиту и автоматическое управление.]

⇐ *пояснение\**:  
*автоматизация*

⇒ *цитата\**:

[Автоматический контроль включает автоматическую сигнализацию, измерение, сортировку и сбор информации.]

⇐ *пояснение\**:  
*автоматический контроль*

⇒ *цитата\**:

[Автоматическая защита представляет собой совокупность технических средств, которые при возникновении ненормальных и аварийных режимов прекращают контролируемый производственный процесс. Автоматическая защита тесно связана с автоматическим управлением и сигнализацией. Она воздействует на органы управления и оповещает обслуживающий персонал об осуществленной операции.]

⇐ *пояснение\**:  
*автоматическая защита*

⇒ *цитата\**:

[Автоматическое управление включает комплекс технических средств и методов по управлению, обеспечивающих пуск и остановку основных и вспомогательных устройств, безаварийную работу, соблюдение требуемых значений параметров в соответствии с оптимальным ходом технологического процесса.]

⇐ *пояснение\**:  
*автоматическое управление*

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Во время работы изучил основы формализации научных текстов и основы SСn кода. Дополнил параграф Адаптивное управление технологическим циклом производства на основе Технологии OSTIS новыми понятиями и библиографическими источниками.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Кормен, Д. Алгоритмы. Построение и анализ / Д. Кормен. — Вильямс, 2015. — С. 1328.
- [2] Кузнецов, О. П. Дискретная математика для инженера / О. П. Кузнецов, Г. М. Адельсон-Вельский. — Энергоатомиздат, 1988. — С. 480.
- [3] Оре, О. Теория графов / О. Оре. — Наука, 1980. — С. 336.
- [4] Харарри, Ф. Теория графов / Ф. Харарри. — Эдиториал УРСС, 2018. — С. 304.
- [5] Wooldridge, M. An introduction to multiagent systems / M. Wooldridge. — 2nd ed. — Chichester : J. Wiley, 2009. — 484 p.
- [6] Е. Г. Кравченко Т. Ю. Забарина, А.А. Степанов. Методика оценки качества технологических процессов / А.А. Степанов Е. Г. Кравченко, Т. Ю. Забарина // Современные материалы, техника и технологии. — 2016.
- [7] С.Н. Фурсенко Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. Автоматизация технологических процессов / Е.С. Волкова С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская. — Белорусский государственный аграрный технический университет, 2007.