|  |  |
| --- | --- |
| **Gerb-BMSTU_01** | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

Факультет «Информатика и системы управления»

Кафедра ИУ5 «Системы обработки информации и управления»

**Домашнее задание**

**по дисциплине «Экономика часть 1» на тему:**

**«Разработка методов и средств мониторинга производственных и сопутствующих процессов»**

Выполнил студент: \_\_***Белоусов Евгений Александрович***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*фамилия, имя, отчество*

Группа: \_\_\_\_***ИУ5-71Б***\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Проверил **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.Л.Масленникова**

*подпись, дата*

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

*2020 г.*

# Оглавление

[Оглавление 1](#_Toc59521006)

[Введение 2](#_Toc59521007)

[Основная часть 5](#_Toc59521008)

[Имитационное моделирование 5](#_Toc59521009)

[Экспертные системы 7](#_Toc59521010)

[Вычислительный интеллект 8](#_Toc59521011)

[Разработка системы мониторинга производственных и сопутствующих процессов 9](#_Toc59521012)

[Определение важных параметров 10](#_Toc59521013)

[Пример использования метода вариации порога функции активации нейронной сети Хопфилда 11](#_Toc59521014)

[Вывод 14](#_Toc59521015)

[Литература 15](#_Toc59521016)

[Приложение 17](#_Toc59521017)

# 

# Введение

Чтобы лучше понимать то, о чем впоследствии пойдет речь, введем несколько определений.

Разработка – это выработка стратегического замысла, формулировка целей, анализ ресурсных возможностей, путей и способов достижения целей, обоснование избранного варианта действий, составление, обсуждение, принятие плановых, Проектных, программных документов.

Метод – это путь, способ, прием теоретического исследования или практического осуществления чего-нибудь.

Средство – это прием, способ действия для достижения чего-либо.

Мониторинг – это система сбора/регистрации, хранения и анализа небольшого количества ключевых (явных или косвенных) признаков/параметров описания данного объекта для вынесения суждения о поведении/состоянии данного объекта в целом. То есть для вынесения суждения об объекте в целом на основании анализа небольшого количества характеризующих его признаков.

По определению из [4], процесс Z есть четверка:

, где:

S – пространство состояний системы;

T - множество моментов времени измерения состояний системы;

F – график процесса, определяемый как отображение , причем это отображение должно быть функциональным (однозначным);

- отношение линейного порядка на T.

В общем случае множества T и S могут быть как дискретными, так и непрерывными.

Система мониторинга – система, которая аанализируют поведение контролируемой системы и, сравнивая полученные данные с критическими точками заранее составленного плана, прогнозируют вероятность достижения поставленной цели.

Производственный процесс – это совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции.

Производственный процесс состоит из следующих составляющих процессов:

основные — это технологические процессы, в ходе которых происходят изменения геометрических форм, размеров и физико-химических свойств продукции;

вспомогательные — это процессы, которые обеспечивают бесперебойное протекание основных процессов (изготовление и ремонт инструментов и оснастки; ремонт оборудования; обеспечение всеми видами энергий (электроэнергией, теплом, паром, водой, сжатым воздухом и т.д.);

обслуживающие — это процессы, связанные с обслуживанием как основных, так и вспомогательных процессов и не создающие продукцию (хранение, транспортировка, тех. контроль и т.д.).

информационные - это процессы связанные с информационным обеспечением производственного процесса(учет расхода материалов, энергии, материальных средств, готовой продукции, информация о ходе протекания процесса, износа, ремонта и замены оборудования, учет рыночной конъюнктуры, необходимой рабочей силы и т.д. )

Сопутствующие процессы – это процессы, ориентированные на производство товара или оказание услуги, являющиеся результатами сопутствующей основному производству производственной деятельности и также обеспечивающие получение дохода.

Таким образом, в данной работе, мы постараемся рассмотреть существующие и возможные методы для осуществления разработки системы, осуществляющей мониторинг факторов, влияющих на производственные и сопутствующие процессы.

# Основная часть

Система мониторинга подразумевает под собой систему, которая собирает большое количество данных, анализирует их и выводит в виде, удобном для восприятия человеком, принимающим решение.

Последнее время большое распространение получили системы, обладающие искусственным интеллектом, способные не только отображать характеристики, получаемые из анализируемой системы, но и предлагать решения, которые окажутся оптимальными по некоторым, заранее заданным критериям, в данной ситуации.

Такие системы способны улавливать тонкие эвристики, незаметные для человека, и, в общем случае, они обеспечивают преимущество стороне, которая использует их.

## Имитационное моделирование

Однако большинство интеллектуальных систем нуждаются либо в большом количестве данных, либо в точной отладке. Собрать большое количество данных о продолжительном процессе является затруднительным. Также, данные, которые мы можем найти, не всегда соответствуют поставленной задаче.

Отладка же интеллектуальной модели, предлагающей решения, на реальном процессе способна привести компанию к банкротству и тоже является неприемлемой.

Чтобы избежать рисков, связанных с этапом отладки интеллектуальной модели, строят модель процесса, которая имитирует реальное поведение системы в зависимости от изменения наблюдаемых величин.

Такая модель позволяет провести большое количество экспериментов за короткий промежуток времени, что обеспечит нас данными о процессах. Кроме того, на данной модели можно будет проводить эксперименты, касающиеся проверки решений, предлагаемых интеллектуальной моделью.

Существует много средств для построения имитационной модели. Наиболее популярными проблемоориентированными решениями являются GPSS и AnyLogic. Однако имитационная модель может быть построена с помощью любого языка программирования.

## Экспертные системы

Экспертная система строится на основе знаний, полученных у экспертов. Экспертом является человек, работающий в предметной области в течение минимум 5 лет.

Как правило, эти системы будут учитывать показатели, которыми пользуются эксперты, например, рентабельностью продаж или рентабельностью зарплат для экономических процессов.

Преимущество таких систем заключается в том, что они могут выдать полную цепочку обоснования принятого решения. Таким образом, оператор может согласиться с ним или нет и отклонить решение в случае несогласия.

Однако большой недостаток заключается в сложности извлечения знаний из экспертов. Также, помимо извлечения знаний, их необходимо структурировать.

Существует большое количество видов экспертных систем. Наибольший интерес на сегодняшний день представляют модели на основе сложных сетей и нечеткой логики.

## Вычислительный интеллект

Системы на основе вычислительного интеллекта получили широкое распространение за счет того, что их обучение сводится к демонстрации системы большого количества примеров. Обычно это сделать проще, нежели получать данные из экспертов.

Обученная нейронная сеть способна выискивать в данных зависимости, которые не могут быть замечены человеком, но изучить какие именно зависимости учитываются нейронной сетью – не представляется возможным.

Обратной стороной является отсутствие возможности построения цепочки рассуждений, которой придерживалась нейронная сеть при принятии решения. Таким образом, существует опасность того, что нейронная сеть обнаружила зависимость в обучающих примерах, которой не существует в реальных данных, с которыми впоследствии будет работать система.

Предотвратить такую ситуацию можно прогнав принятое интеллектуальной системой решение через построенную нами имитационную модель.

В связи с широким распространением вычислительного интеллекта, сейчас имеется большое множество решений, направленных на создание нейронных сетей. На мой взгляд, стоит обратить внимание на библиотеки PyTorch и TensorFlow.

## Разработка системы мониторинга производственных и сопутствующих процессов

Таким образом, для разработки системы мониторинга в первую очередь необходимо изучить предметную область, в данном случае, очевидно, такой областью являются производственные и сопутствующие процессы, происходящие на предприятии.

Далее, желательно построить имитационную модель, которая отображает все важные особенности производственных и сопутствующих процессов. Если построить такую модель не представляется возможным, то необходимо, найти большое количество готовых знаний, описывающих производственные и сопутствующие процессы. Это могут быть как данные с нашего производства, так и данные с других производств, которые похожи на наше. Однако стоит учитывать, что, несмотря на то, что предприятия могут быть очень похожи, на них могут быть различия невидимые для человека, которые окажутся важными для нейронной сети или экспертной системы.

После получения данных, необходимо спроектировать и запрограммировать интеллектуальную систему. После чего, надо провести ее тщательное тестирование, чтобы избежать ошибок, которые могут нанести существенный вред нашему производству.

Наконец, необходимо предоставить системе доступ к реальным данным производственного и сопутствующих процессов и расставить по производству сенсоры, которые будут считывать недостающую информацию, необходимую для интеллектуальной системы.

## Определение важных параметров

Еще одним интересным методом, который мы рассмотрим в рамках данной работы, будет метод вариации порога функции активации в нейронной сети Хопфилда.

Данный метод описывается в работах академика Ежова [8], однако используется там для описания работы головного мозга. В работе утверждается, что данный метод способен определять параметры, на которые мозг при запоминании информации мозг обращает внимание в первую очередь. Мы же можем использовать данный метод для выявления параметров, которые сильнее влияют на производственные или сопутствующие процессы.

Для этого нам необходимо представить каждый производственный процесс в виде бинарного вектора параметров. Это может быть сделано различными способами, например, присутствие/отсутствие фактора.

После получения бинарных векторов, характеризующих все обучающие производственные процессы, они передаются на обучение нейронной сети Хопфилда.

Существует большое количество программных реализаций сети Хопфилда, одна из них описывается в работе [9], она отличается от остальных в первую очередь скоростью работы, так как использует внутри себя быструю библиотеку numpy.

После окончания процесса обучения, необходимо перевести нейронную сеть в режим распознания. После этого надо поставить низкий порог функции активации и произвести распознание любого образа. На выходе мы получим вектор состоящий из -1. После этого надо немного увеличить порог функции и повторить процедуру. При достижении определенного значения один из параметров вектора сменится на 1. Этот параметр является самым важным для данной модели, на него стоит обратить особое внимание. После того как мы еще увеличим порог активации, свое значение будут менять и другие параметры в порядке их важности.

Таким образом, мы можем отсортировать параметры производственных или сопутствующих процессов по их важности и в дальнейшем уделять большее внимание более важным параметрам.

## Пример использования метода вариации порога функции активации нейронной сети Хопфилда

Так как получить реальные данные о производственных процессах, в удобном для работы метода виде, является затруднительным по ряду факторов, среди которых отсутствие доступа к производству, рассмотрим пример работы метода на анализе факторов, влияющих на потребление алкоголя школьниками старших классов.

В качестве выборки будем анализировать датасет “Student alcohol consumption” [10], предоставленный сайтом kaggle. В нем находятся данные, полученные в ходе анкетирования учащихся курсов математики и португальского языка в средней школе. Параметры, которыми описываются школьники в датасете приведены в приложении.

Факторы, представленные в датасете “Student alcohol consumption”, приведены в приложении. Из них нас не интересует название школы, сразу избавимся от него.

Также в датасете употребление алкоголя в выходные дни и в рабочие представлено в виде двух отдельных порядковых признаков. Чтобы упростить задачу заменим их одним бинарным признаком alc:

И в дальнейшем будем анализировать именно его.

Для применения метода, мы должны обучить нейронную сеть Хопфилда [11] имеющимся данным. Возможно, для этого придется преобразовать данные к виду, пригодному для использования с сетью Хопфилда.

Обучив сеть, мы запускаем алгоритм вариации порога функции активации нейронной сети Хопфилда, получая на его выходе список атрибутов, используемый сетью при вынесении решения. При этом список является отсортированным в порядке убывания или возрастания важности атрибута.

Анализируя данный список, мы можем сделать вывод о важности того или иного фактора.

Для применения алгоритма вариации порога функции активации нейронной сети Хопфилда необходимо:

1. Обучить нейронную сеть Хопфилда.
2. Сильно завысить порог функции активации. Для этого надо посчитать максимальное значение, получаемое при перемножении матрицы весов W нейронной сети Хопфилда на вектор, заполненный единицами и поставить это значение в качестве порога.
3. Подать на распознавание сети вектор, состоящий из -1, произвести распознавание.
4. Получить некий образ.
5. Немного понизить порог функции активации.
6. Повторять действия 3-5 пока порог функции активации не станет равным изначальному с отрицательным знаком.
7. Анализируя список, полученный образов, можно заметить, что вначале мы получаем образы, состоящие из всех -1, затем появляется одна 1 (самый важный атрибут), с понижением порога появится еще одна единичка (второй по важности атрибут) и так далее. В конце мы получим образ, состоящий из всех 1.

Таким образом, мы получим атрибуты характерные для объектов нашей выборки.

Итак, поделим полную выборку студентов на тех, которые употребляют алкоголь (alc = 1), и тех, которые его не употребляют (alc = 0), и применим к обоим группам метод вариации коэффициентов функции активации нейронной сети Хопфилда.

В результате, для обоих групп самым важным признаком является желание получить высшее образование. Однако, для старшеклассников, не употребляющих алкоголь вторым по важности признаком является отсутствие проваленных экзаменов, затем, посещение детского сада в детстве, отсутствие романтических отношений и более трех человек в семье. В то время как для употребляющих алкоголь характерно наличие доступа к интернету из дома, совместное проживание родителей и то, что на дорогу из дома до школы, они тратят меньше часа.

Интересно, что одними из наименее характерных факторов для употребляющих алкоголь старшеклассников являются посещение детского сада и отсутствие романтических отношений (то есть по сути их присутствие). А для не употребляющих – затраты на дорогу до школы меньше часа.

# Вывод

В данной работе мы подробно рассмотрели процесс разработки методов и средств мониторинга производственных и сопутствующих процессов.

Основной акцент был сделан на так называемые интеллектуальные системы мониторинга.

В работе приводятся причины, побуждающие проводить имитационное моделирование процессов.

Были рассмотрены достоинства и недостатки экспертных систем и систем вычислительного интеллекта.

Для получения цельной картины процесса разработки методов и средств мониторинга за производственными и сопутствующими процессами, рассматривается пример, собирающий все рассмотренные выше аспекты воедино.

В конце работы описывается еще один интересный алгоритм, применение которого поможет определить наиболее важные параметры производственного процесса.

# Литература

1. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б.. Современный экономический словарь. — 2-е изд., испр. М.: ИНФРА-М. 479 с.. 1999.
2. «Толковый словарь русского языка» под редакцией Д. Н. Ушакова (1935-1940);
3. Гражданская защита: Энциклопедия в 4-х томах. Т. II (К – О) — М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015
4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННОГО ПРОЦЕССА Черненький В.М. УДК 519.876.5
5. Водолажский, А. Р. Инструментарий мониторинга процессов менеджмента качества промышленного предприятия / А. Р. Водолажский. — Текст : непосредственный // Проблемы современной экономики : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, декабрь 2011 г.). — Челябинск : Два комсомольца, 2011. — С. 107-109. — URL: https://moluch.ru/conf/econ/archive/12/1335/ (дата обращения: 24.11.2020).
6. Аксенова Т.В., Павлов В.И. Системы мониторинга технического состояния экологически опасных объектов/ Вестник ТГТУ, 2011.Том 17. № 14. - 1094- 1098 с;
7. Брилѐнок А.А. Мониторинг процессов системы менеджмента качества/ Методы менеджмента качества, 2012-68 с.;
8. В.Л.Введенский, А.А Ежов. Ритмы мозга и самовоспроизведение информации, Природа, 33-44, 1990
9. Гапанюк Ю.Е., Белоусов Е. А., Попов И.А. Реализация нейронной сети хопфилда на языке PYTHON 3
10. Fabio Pagnotta, Hossain Mohammad Amran. Student Alcohol Consumption <https://www.kaggle.com/uciml/student-alcohol-consumption> (дата обращения: 29.04.2020).
11. Hopfield J.J. Learning algorithms and probability distributions in feedforward and feed-back networks. PNAS December 1, 1987 84 (23), pp.8429–8433. https://doi.org/10.1073/pnas.84.23.8429

# Приложение

# Факторы, описанные в датасете «Student Alcohol Consumption»

1. school - student's school (binary: 'GP' - Gabriel Pereira or 'MS' - Mousinho da Silveira)
2. sex - student's sex (binary: 'F' - female or 'M' - male)
3. age - student's age (numeric: from 15 to 22)
4. address - student's home address type (binary: 'U' - urban or 'R' - rural)
5. famsize - family size (binary: 'LE3' - less or equal to 3 or 'GT3' - greater than 3)
6. Pstatus - parent's cohabitation status (binary: 'T' - living together or 'A' - apart)
7. Medu - mother's education (numeric: 0 - none, 1 - primary education (4th grade), 2 – 5th to 9th grade, 3 – secondary education or 4 – higher education)
8. Fedu - father's education (numeric: 0 - none, 1 - primary education (4th grade), 2 – 5th to 9th grade, 3 – secondary education or 4 – higher education)
9. Mjob - mother's job (nominal: 'teacher', 'health' care related, civil 'services' (e.g. administrative or police), 'at\_home' or 'other')
10. Fjob - father's job (nominal: 'teacher', 'health' care related, civil 'services' (e.g. administrative or police), 'at\_home' or 'other')
11. reason - reason to choose this school (nominal: close to 'home', school 'reputation', 'course' preference or 'other')
12. guardian - student's guardian (nominal: 'mother', 'father' or 'other')
13. traveltime - home to school travel time (numeric: 1 - 1 hour)
14. studytime - weekly study time (numeric: 1 - 10 hours)
15. failures - number of past class failures (numeric: n if 1<=n<3, else 4)
16. schoolsup - extra educational support (binary: yes or no)
17. famsup - family educational support (binary: yes or no)
18. paid - extra paid classes within the course subject (Math or Portuguese) (binary: yes or no)
19. activities - extra-curricular activities (binary: yes or no)
20. nursery - attended nursery school (binary: yes or no)
21. higher - wants to take higher education (binary: yes or no)
22. internet - Internet access at home (binary: yes or no)
23. romantic - with a romantic relationship (binary: yes or no)
24. famrel - quality of family relationships (numeric: from 1 - very bad to 5 - excellent)
25. freetime - free time after school (numeric: from 1 - very low to 5 - very high)
26. goout - going out with friends (numeric: from 1 - very low to 5 - very high)
27. Dalc - workday alcohol consumption (numeric: from 1 - very low to 5 - very high)
28. Walc - weekend alcohol consumption (numeric: from 1 - very low to 5 - very high)
29. health - current health status (numeric: from 1 - very bad to 5 - very good)
30. absences - number of school absences (numeric: from 0 to 93)