

Подход к оценке компетенции специалиста по защите информации на основе нейронной сети

Т.А. Тимербулатов
Факультет информатики и
робототехники
Уфимский государственный
авиационный технический
университет
Уфа, Россия
e-mail: ib.105@yandex.ru

В.И. Васильев
Факультет информатики и
робототехники
Уфимский государственный
авиационный технический
университет
Уфа, Россия
e-mail: vas0015@yandex.ru

И. Б. Герасимова
Факультет информатики и
робототехники
Уфимский государственный
авиационный технический
университет
Уфа, Россия
e-mail: tarot-gera@mail.ru

Аннотация¹

В данной статье рассматривается подход к оценке компетенций специалиста по защите информации, основанный на использовании нечеткой нейронной сети. Предложена архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия решений при оценке компетенций специалиста по защите информации с позиции вуза и с позиции работодателя.

Ключевые слова: специалист по защите информации; информационная безопасность; компетентность; квалиметрические индикаторы; нечеткая нейронная сеть.

Введение

В последнее время, в связи со стремительной информатизацией общества, наблюдается повышение спроса на высококвалифицированных специалистов по защите информации (ЗИ). При этом в связи с переходом системы образования на компетентностно-ориентированный подход, становится актуальной проблема оценивания результатов обучения. Однако, на сегодняшний день не существует общепринятой методики, которая давала бы объективную оценку компетенций специалистов по окончании высшего учебного заведения в соответствии со существующими стандартами, а также с учетом предъявляемых работодателями требований при приеме их на работу.

В работе [1] предложена методика оценки компетентности выпускника высшего учебного заведения на основе нечеткого когнитивного подхода. Неоспоримыми достоинствами нечетких

когнитивных карт по сравнению с другими методами являются возможность формализации численно неизмеримых факторов, использования неполной, нечеткой и даже противоречивой информации. Но существует также ряд недостатков данного метода: основные проблемы связаны с процессом построения когнитивной карты, который не поддается формализации, причем это занимает много времени. Кроме того, необходимо доказать, что построенная когнитивная карта адекватна реальной моделируемой системе.

В работе [2] предлагаются алгоритмы поддержки принятия решений при управлении кадровой политикой предприятия на основе построения моделей основных объектов: моделей сотрудника, должности и вакансии. Алгоритмы принятия решений базируются на нечеткой логике. У данного подхода можно выделить следующие недостатки: увеличение входных переменных экспоненциально увеличивает сложность вычислений и, как следствие, увеличивается объем базы правил, что приводит к усложнению процесса ее разработки и трудному ее восприятию.

В работе [3] предложена система поддержки принятия решений при управлении процессом формирования компетенций, которая основана на компетентностном подходе и использовании онтологии для представления знаний о предметной области. Ее применение позволяет принимать управленческие решения, нацеленные на актуализацию основной образовательной программы (ООП) и повышение степени готовности обучающихся к профессиональной деятельности, в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС) и рынка труда.

В работе [4] предложен квалиметрический подход на основе метода групповых экспертных оценок для дополнения и уточнения актуального состава компетенций выпускника вуза, указанных в ФГОС. У данного метода можно выделить следующие

Труды Седьмой всероссийской научной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 28-30 мая, Уфа-Ставрополь, Ханты-Мансийск, Россия, 2019

недостатки: трудоемкость процедуры сбора информации, субъективность метода, достоверность и надежность результатов зависят от компетентности экспертов, т.е. потребность в высококвалифицированных специалистах для проведения опроса.

Ниже предложен подход к построению интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР) при оценке компетенций специалиста по ЗИ, реализуемой на основе адаптивной нейрон-нечеткой системы вывода (ANFIS).

Анализ нормативных требований к подготовке специалистов по ЗИ

С позиции Вуза. В Профессиональном стандарте «Специалист по защите информации в автоматизированных системах» [5] дается подробная характеристика обобщенных трудовых функций, предъявляются требования к образованию и обучению, опыту практической работы специалистов.

Исходя из требований Профессионального стандарта, был разработан ФГОС ВО [6], в котором определены общекультурные, профессиональные и общепрофессиональные компетенции, которыми должен обладать выпускник в результате освоения программы бакалавриата по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность (ИБ).

В то же время, в рассмотренных стандартах не приведены конкретные методики оценки уровня сформированности компетенций выпускника и уровня его компетентности в целом.

Как показывает анализ, предъявляемые функции и действия, которыми должен обладать специалист по ЗИ, покрываемые компетенциями, рассмотренными в ФГОС, позволяют свести их оценку к системе квалиметрических показателей, с помощью которых можно оценить уровень компетентности выпускника.

На основе проведенного анализа были выделены 12 индикаторов (рис. 1), которые планируется использовать при оценке уровня компетенции выпускника с позиции вуза. Каждый индикатор соответствует определенной компетенции.

С позиции работодателя. При приеме на работу специалистов одним из основных этапов является определение реального уровня их знаний, умений и навыков. Как правило, рекрутеры руководствуются сертификатами и навыками, указанными в резюме, не имея возможности точно определить квалификацию

соискателя. Наиболее подходящие (на их взгляд) кандидаты направляются на собеседование непосредственно в компанию, открывшую вакансию. При таком подходе процесс подбора квалифицированных кадров может быть очень длительным и занимать до полугода. При этом основная часть кандидатов отсеивается уже внутри компании, во время собеседования с техническими специалистами, отвлекая сотрудников от работы и вызывая их недовольство большим потоком низкоквалифицированных кандидатов.

Проанализировав большое количество имеющихся вакансий на сегодняшний день, можно выделить основные требования работодателей к претендентам на должность специалиста по ЗИ:

1. Знание основных требований руководящих документов и стандартов по ЗИ.
 2. Навыки составления научно-технической и нормативно-методической документации.
 3. Знание современных IT-технологий.
 4. Знание работы протоколов TCP/IP, SMTP, POP3, IMAP, FTP, HTTP, LDAP, DNS, IPSec, SSL.
 5. Знание рынка систем безопасности, поставщиков оборудования в данном сегменте и т.д.
 6. Знание методов анализа рисков, организационных и технических методов ЗИ.
 7. Навыки проведения аудита ИБ информационных систем.
 8. Навыки экспертизы выполнения требований по ИБ.
 9. Базовый уровень технических знаний в области систем контроля и управления доступом (СКУД), систем видеонаблюдения, охранно-пожарной сигнализации (ОПС).
 10. Знание возможностей и принципов функционирования сетевого оборудования и средств защиты информации от несанкционированного доступа (НСД) ведущих производителей.
 11. Знание порядка проведения специализированных работ по ИБ.
 12. Прохождение одного или нескольких курсов повышения квалификации в области ИБ.
 13. Наличие сертификатов: CISSP, CISA, CISM, CCSP.
 14. Навыки администрирования операционных систем (Windows/Unix).
- На основе анализа рассмотренных требований работодателя для оценки компетенций с позиции работодателя были выбраны 9 квалиметрических индикаторов (рис. 1) [7].

Квалиметрические индикаторы	
С позиции Вуза	С позиции работодателя
<ol style="list-style-type: none"> 1. Средний балл (общий). 2. Средний балл (профильных дисциплин). 3. Средний балл (курсовых работ). 4. Балл (междисциплинарных экзаменов). 5. Балл (Оценка выпускной квалификационной работы). 6. Знание иностранного языка, уровень знания. 7. Знание дополнительного иностранного языка. 8. Участие в конференциях, конкурсах, олимпиадах. 9. Призовые места в конференциях, конкурсах, олимпиадах. 10. Опыт практической работы (до поступления в вуз, во время обучения на кафедре, в других организациях). 11. Наличие сертификатов, дипломов, публикаций. 12. Общественная деятельность (в группе, в университете), наличие спортивного разряда. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Знание аппаратной части ПК, первичной диагностики и устранения неполадок. 2. Установка и настройка системного и прикладного ПО. 3. Знание основных руководящих документов (РД) в области информационной безопасности. 4. Знание программно-аппаратных средств защиты информации. 5. Знание сетевых технологий (модель OSI, протоколы TCP/IP, SMTP, POP3, IMAP, FTP, HTTP, LDAP, DNS, IPSec, SSL). 6. Навыки администрирования операционных систем (Windows/Unix). 7. Базовый уровень технических знаний в области СКУД, систем видео наблюдения, ОПС, СКС. 8. Знание языков программирования на базовом уровне. 9. Знание современных стандартов шифрования.

Рис. 1. Квалиметрические индикаторы

Методика оценки компетенций специалиста по защите информации

Профиль специалиста представлен в виде диаграммы (рис. 2), где $X_{1...i}$ - квалиметрические индикаторы [0...1]; при значениях $X_{1...i}=1$ получаем «идеальный» профиль.

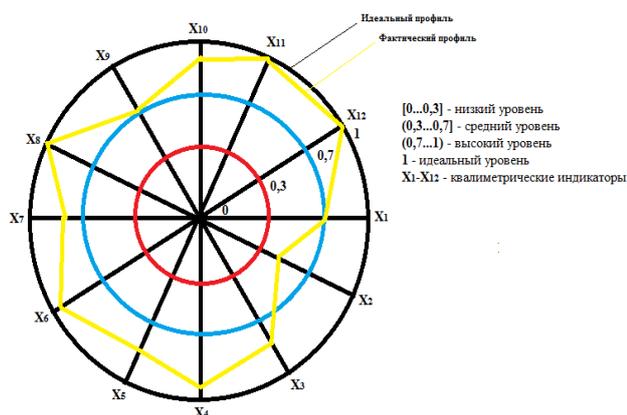


Рис. 2. Профиль специалиста

Методика оценки уровня компетенции специалиста представлена на рис. 3.

Шаг 1 – Сбор исходных данных о специалисте. На основании анкетирования собирается вся

необходимая информация в соответствии с квалиметрическими индикаторами.

Шаг 2 – Предварительная обработка исходных данных.

Для каждого из входных индикаторов определяются оценочные коэффициенты. После сбора необходимой информации эксперты проводят анализ и определяют вес каждого критерия, влияющего на оценку уровня компетенции.

Оценка производится экспертом, который определяет правила оценки уровня компетентности студента и кандидата трудоустройства.

Шаг 3 – Обработка входных данных с помощью НС. Выходные показатели нейронной сети определяются по системе правил. Правила – способ представления знаний предметной области, на основе которых осуществляется принятие решений в конкретной ситуации, прогнозируется развитие ситуации с учетом состояния исследуемого объекта и внешней среды. При проектировании базы знаний необходимо обеспечить ее полноту и непротиворечивость.

Шаг 4 – Вычисляются оценки уровня компетентности выпускника с позиции вуза, а также оценка соответствия кандидата требованиям работодателя.

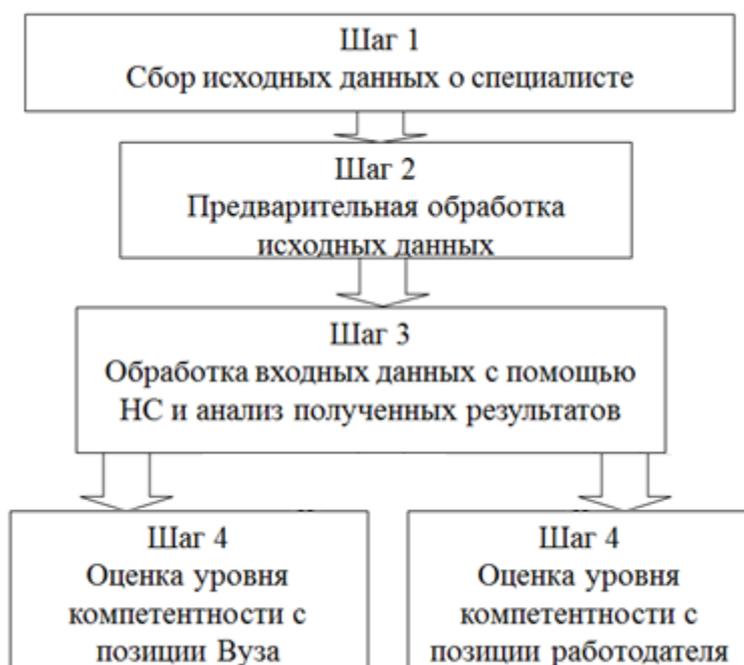


Рис. 3. Методика оценки компетенций

Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений при оценке компетенций специалиста по ЗИ с позиции вуза на основе нечеткой нейронной сети

Разработка ИСППР при оценке компетенций с позиции Вуза производится с помощью программного пакета MATLAB при использовании графического редактора адаптивных нейронных сетей ANFIS.

Показатель уровня компетенции специалиста с позиции вуза (R) определяется исходя из значений

12 входных факторов ($X_1 \div X_{12}$), определенных экспертом, с использованием правил, установленных экспертом.

В качестве входных данных нейронной сети будут использоваться значения 12 квалиметрических индикаторов (рис. 1).

При этом используется модульная архитектура нейронной сети, включающей в себя совокупность из 4 нейронных сетей (НС-1, ..., НС-4). Входные данные по общим характеристикам разделяются на 3 группы, содержащие по 4 квалиметрических индикатора. Группа данных ($X_1 \div X_4$) содержит показатели по общим компетенциям ФГОС и подается на входы НС-1, группа данных ($X_5 \div X_8$) содержит показатели по обще-профессиональным компетенциям ФГОС и подается на входы НС-2, группа данных ($X_9 \div X_{12}$) содержит показатели по профессиональным компетенциям ФГОС и подается на входы НС-3. Затем, выходы каждой из трех НС ($Y_1 \div Y_3$) поступают на входы НС-4. Конечным результатом является выход НС-4 – показатель уровня компетенции специалиста по ЗИ (R).

Обобщенная структура модульной нечеткой НС для оценки компетенций специалиста по ЗИ представлена на рисунке 4.

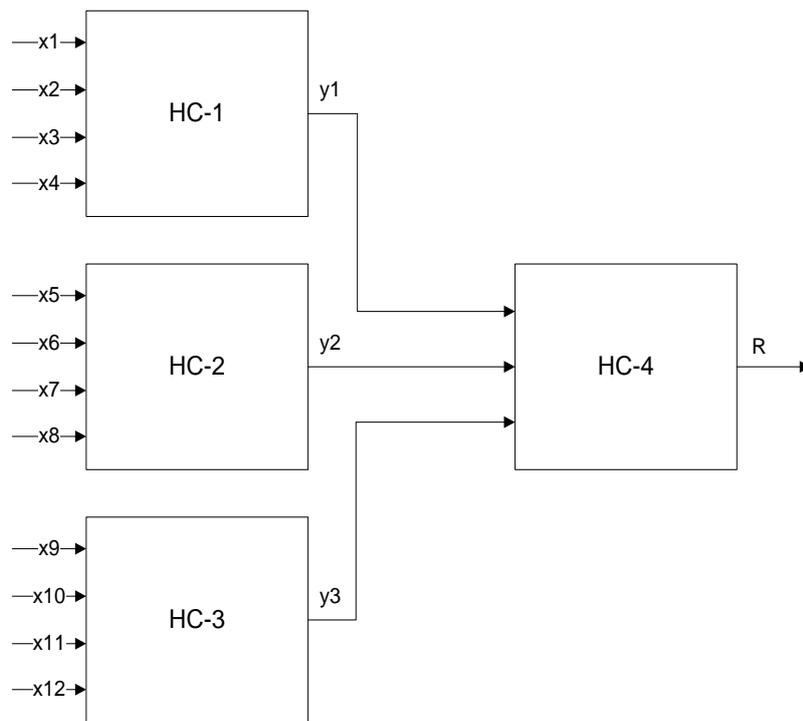


Рис. 4. Обобщенная структура модульной нечеткой НС

Фрагмент реализации нечеткой нейронной сети НС-1 представлен на рисунке 5.

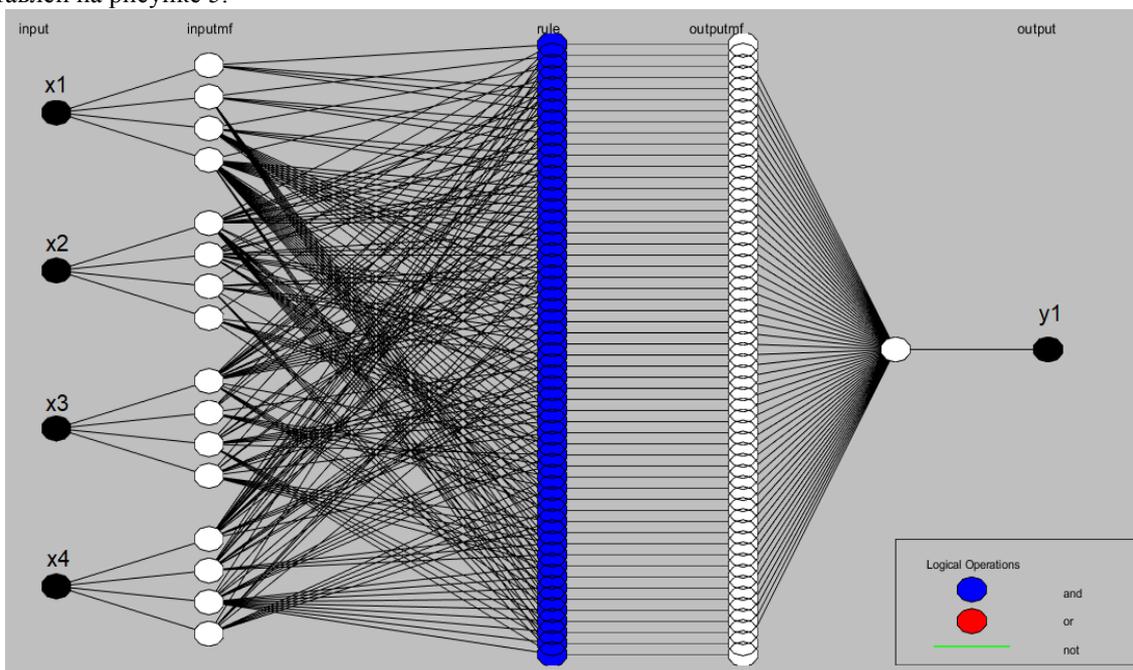


Рис. 5. Структура нечеткой нейронной сети (фрагмент – база правил НС-1)

Входные данные вносятся в рабочую область MATLAB (рис. 6).

соответствует оценке «удовлетворительно»; «2» – оценке «хорошо»; «3» – оценке «отлично».

Выходом НС-1 является показатель оценки уровня по общим компетенции по шкале от 1 до 3, где «1» –

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	4.8000	4.8000	3.8000	4.2000	4.7000	3.5000	4.8000	4.5000	4.8000	4.5000	4.4000	
2	4.7000	4.9000	3.5000	4	4.3000	3	4.8000	4.3000	4.6000	4.2000	4.1000	
3	4.8000	4.8000	4	4.6000	4.6000	3.5000	4.7000	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000	
4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	
5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	
6	4	5	5	4	4	3	5	3	4	4	5	
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Рис. 6. Значения входных параметров НС-1 (фрагмент)

Правила оценки компетенций специалиста по ЗИ с позиции вуза приведены в таблице 1.

Таблица 1– Правила для НС-1 (фрагмент)

Правила	Оценка
<p>1) Если средний балл по критериям общих, профильных дисциплин, курсовых работ выше «4,7», балл междисциплинарных экзаменов и ВКР = «5»;</p> <p>2) Если средний балл по критериям общих, профильных дисциплин, курсовых работ выше «4» и:</p> <ul style="list-style-type: none"> • балл междисциплинарных экзаменов = «5»; • балл (ВКР) = «5»; • знание иностранного языка > 4; • участие в конференциях, конкурсах, олимпиадах; • призовые места в конференциях, конкурсах, олимпиадах 	Отлично

Правила, используемые для определения уровня компетентности специалиста с позиции Вуза, также вносятся в рабочую область MATLAB (рис. 7).

При обучении нейронной сети в целом, выборка, состоящая из 19 строк данных, разделена на обучающую и тестовую в соотношении 75% / 25%, т.е. на 14 строках проведено обучение, а оставшиеся 5 строк использованы для тестирования НС.

В итоге получена оценка качества обучения НС с использованием имеющихся данных: $train\ error = 0.0030$, $test\ error = 0.0861$.

Поскольку значение ошибки обучения на тестовом множестве достаточно мало (составляет 0.0861), то можно сделать вывод о высоком качестве обучения НС.

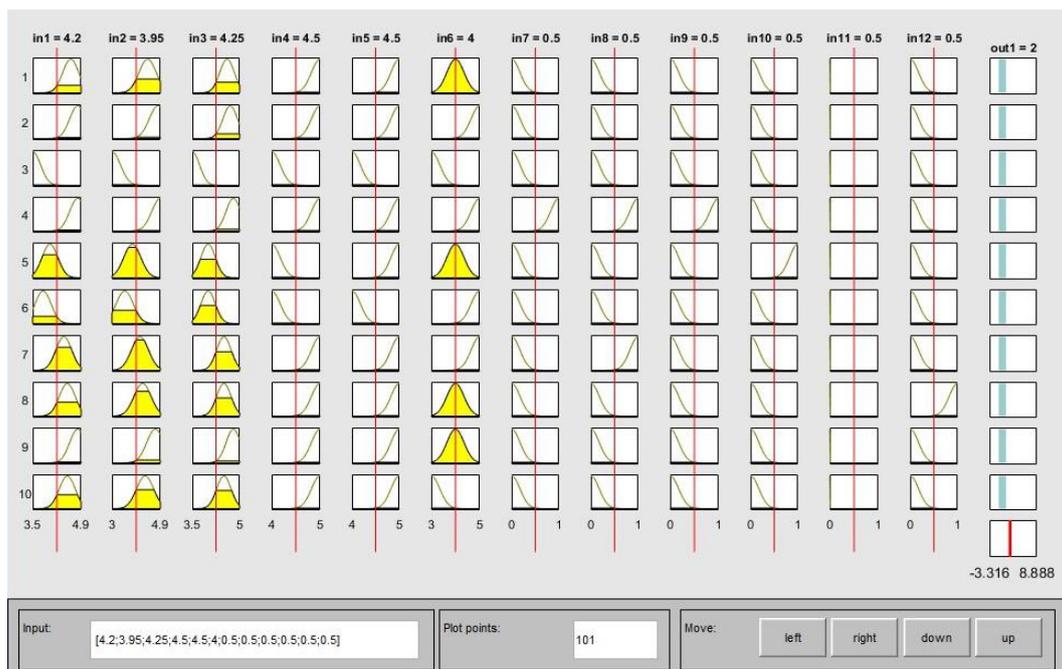


Рис. 7. Правила функционирования НС

Разработка ИСППР при оценке компетенций с позиции работодателя производится аналогичным образом с помощью программного пакета MATLAB при использовании графического редактора адаптивных нейронных сетей ANFIS.

Данная работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-08-00638А.

Заключение

В статье рассмотрен подход к разработке интеллектуальной системы поддержке принятия решений при оценке уровня компетенций специалиста по ЗИ с позиции вуза и работодателя.

Предложен перечень квалиметрических показателей (индикаторов), определяющих уровень профессиональной подготовленности (успешности) специалиста.

Предложена архитектура модульной нечеткой нейронной сети, реализующей оценку уровня подготовки специалиста.

Проведены вычислительные эксперименты с использованием разработанной нечеткой нейронной сети, подтверждающие эффективность предложенной методики оценки компетенций.

Результаты проведенных экспериментов показали, что предложенная методика оценки уровня компетентности эффективна и может использоваться в повседневной практике.

Список используемых источников

1. Ажмухамедов И. М., Князева О. М., Давидюк Н. В., Гурская Т. Г. Оценка компетентности выпускников высших учебных заведений по направлению подготовки «Информационная безопасность» на основе нечеткого когнитивного

подхода» / Вестник Астраханского государственного университета, Астрахань, 2016. – 10 с.

2. Асанов А. З., Мышкина И. Ю. Решение некоторых кадровых задач на предприятии на основе информационных моделей профессиональных знаний специалистов и должностей / Вестник УГАТУ, №4, Уфа, 2010. – 9 с.
3. Галлямов А. Ф., Попов Д. В.=. Поддержка принятия решений при управлении процессом формирования компетенций / Уфа:УГАТУ, 2011. – 9 с.
4. Шихова О. Ф., Шихов Ю. А. Квалиметрический подход к диагностике компетенций выпускников высшей школы / Образование и наука, г.Екатеринбург, 2013, №4(103). – 40-57с.
5. Профессиональный стандарт «Специалист по защите информации в автоматизированных системах». / URL: <http://docs.cntd.ru/document/420377328> (дата обращения: 26.02.2019).
6. ФГОС ВО по направлению подготовки «Информационная безопасность» / URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_209323/39c8c0c90252eab3a88cc167cda6606bcc119a4c/ (дата обращения: 26.02.2019).
7. Тимербулатов Т.А. Интеллектуальная система оценки компетенций специалиста по защите информации. / Материалы Зимней школы-семинара аспирантов и молодых ученых – Уфа: УГАТУ, 2019 (в печати).

Подход к оценке компетенции специалиста по защите информации на основе нейронной сети