

DOI 10.15593/2409-5125/2018.01.07

УДК 69.059

**К.В. Голубев**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

## **ОБОСНОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СУДЕБНЫХ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Рассмотрены проблемы полноты и научной обоснованности заключений, составляемых после проведения судебных строительно-технических экспертиз с позиции действующего законодательства. Обозначены основные проблемы и группы неопределенностей, с которыми может столкнуться судебный эксперт при проведении исследования и подготовке заключения.

Для разрешения вышеупомянутых проблем и учета неопределенностей предложено использовать системы поддержки принятия решений. Приведен краткий обзор существующих систем (методов) поддержки принятия решений с оценкой их возможности использования при проведении судебных строительно-технических экспертиз. Определены оптимальные методы, применимые при проведении судебных строительно-технических экспертиз. К ним можно отнести имитационное моделирование, генетические алгоритмы и нейронные сети. Подробно, на конкретных примерах рассмотрен опыт применения имитационного моделирования в практике проведения судебных строительно-технических экспертиз. Выявлены достоинства и недостатки каждого из методов.

В настоящее время нейронные сети представляют собой новую и перспективную вычислительную технологию. Благодаря способности к моделированию нелинейных процессов, работе с неопределенностями и высокой адаптивности нейронные сети можно применять для решения задач судебной строительно-технической экспертизы.

**Ключевые слова:** судебная строительно-техническая экспертиза, техническая экспертиза, неопределенности, «человеческий фактор», система поддержки принятия решений, нейронная сеть.

Ранее было установлено [1], что при проведении судебных строительно-технических экспертиз, эксперт может столкнуться с одной или несколькими неопределенностями. «Набор» неопределенностей, с которыми приходится иметь дело эксперту, зависит от вида экспертизы, обстоятельств дела и других параметров. Наиболее распространенными неопределенностями являются [1–4]:

---

Голубев К.В. Обоснование результатов судебных строительно-технических экспертиз в условиях неопределенности // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 1. – С. 100–113. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.01.07

Golubev K. Justification of the results of court construction-technical expertise under the conditions of uncertainty. PNRPU. Applied ecology. Urban development. 2018. No. 1. Pp. 100-113. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.01.07

- *неоднозначность и нечеткость формулировок в законодательстве и нормативных документах* – отсутствие регламентированных эстетических и архитектурных требований, несовершенство законодательства (наличие множества погрешностей, неточностей, противоречий и прочих несовершенств) и разнородных требований; степень влияния оценивается на основе экспертного метода с установлением диапазонов;

- *противоречия строительной практики и строительных норм* – отсутствие техконтроля и нарушение технологии производства работ; упрощение технологического процесса, экономия; непонимание физики процесса и отсутствие осознания последствий; влияние привычек;

- *отсутствие исходной документации как доказательной базы* – невнимательность или незнание; сознательное сокрытие информации; подлог;

- *неопределенность, возникающая при установлении причин аварийных ситуаций* – недостаток информации; недостаточность технического оснащения; принятие ошибочных технических решений; нарушение безопасности условий труда.

Наличие неопределенностей приводит к нарушению логической обоснованности, появлению вероятностных умозаключений, некорректным промежуточным и окончательным выводам в заключении эксперта. Это в свою очередь может привести к снижению степени достоверности заключения, повышению вероятности опротестования заключения оппонентами, усложнению или невозможности процедуры оценки заключения эксперта следователем или судом.

Согласно действующему законодательству заключение эксперта не имеет для суда заранее установленной силы и подлежит оценке наряду с другими видами доказательств.

В соответствии со статьей 8 Федерального закона от 31.05.2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», заключение эксперта должно основываться на положениях, дающих возможность проверить обоснованность и достоверность сделанных выводов на базе общепринятых научных и практических данных.

Согласно установленным требованиям российского законодательства к судебным экспертным заключениям, в исследовательской части заключения описывается процесс исследования и его результаты, а также дается научное объяснение установленным фактам. В заключении должны излагаться:

- 1) методика и методы исследования, описание которых должно быть подробно и доступно для понимания всем лицам, не обладающим специальными познаниями в области проведения экспертизы, чтобы при возникновении необходимости была возможность проверить правильность выводов, повторив исследование;

- 2) обоснованность и пригодность примененных методов, их погрешность;
- 3) список нормативных документов и справочных материалов, используемых экспертом при проведении исследования;
- 4) оценка результатов исследования с обоснованием выводов по поставленным вопросам.

Заключение эксперта не является особым доказательством и оценивается по общим правилам оценки доказательств (ст. 88 УПК РФ; ст. 67 ГПК РФ; ст. 71 АПК РФ; ст. 26.11 КоАП РФ). Суд, судья или органы дознания дают оценку заключению эксперта как одному из видов доказательств. При этом они основываются на своем внутреннем убеждении с учетом различных доказательств, которые имеются в материалах дела. Основными критериями оценки заключения эксперта являются:

- профессиональная компетентность эксперта;
- соблюдение процессуального порядка подготовки, назначения и проведения экспертизы;
- соответствие экспертного заключения поставленным вопросам;
- полнота проведенного исследования;
- научная обоснованность проведенного исследования, примененных средств, методик и методов;
- логическая обоснованность выводов;
- достоверность выводов.

В результате оценки экспертом заключение может быть признано полным и научно обоснованным, что подтверждает использование его в качестве одного из видов доказательств. В противном случае, если заключение эксперта будет признано недостаточно ясным, неполным или необоснованным, суд может не согласиться с выводами эксперта и назначить повторную экспертизу. При этом в мотивировочной части определения суда должны содержаться убедительная критика экспертного заключения и доводы, по которым отвергаются выводы, приведенные в нем.

Априори, на основе анализа вышеприведенных алгоритмов к методам, применимым при проведении судебных строительно-технических экспертиз, можно отнести имитационное моделирование, генетические алгоритмы и нейросети.

Рассмотрим эти методы более подробно.

**Имитационное моделирование** при проведении строительно-технических экспертиз заключается в построении модели комплексного оценивания на основе статистического анализа данных, имеющихся на момент разработки модели. Применение данного вида моделирования возможно

для ограниченного круга задач, как правило, связанных с рассмотрением технических аспектов экспертизы. При этом для снижения степени статичности модели целесообразно предусмотреть возможность оперативного внесения изменений в модель по мере появления новых (уточняющих или дополняющих) данных, т.е. использование упрощенных зависимостей (линейных моделей). Снижение влияния «человеческого фактора» в подобных моделях достигается с помощью использования функций приведения, построенных по результатам опроса экспертной группы.

В качестве примера рассмотрим нелинейную модель комплексного оценивания спортивных полов на предмет соответствия качества материалов и монтажа конструкций требованиям нормативных документов и условиям технического задания, которая разработана в ходе проведения строительно-технической экспертизы.

Как правило, экспертиза качества строительно-монтажных работ проводится в отношении соответствия проверяемых строительных работ требованиям нормативных документов в области строительства, а также требованиям проекта, требованиям, зафиксированным в договорах о поставке, выполнении работ, технических условиях, стандартах, паспортах на изделия и других документах. Качество строительно-монтажных работ предполагает совокупность свойств, являющихся разнородными по отношению друг к другу, каждое из которых регламентировано нормативно-техническими требованиями. При интегральной оценке качества необходимо, прежде всего, выяснить взаимосвязи между его свойствами, роль и весомость каждого из них, а также возможность определения этих свойств в конкретных условиях методами количественного измерения. Во многих случаях реализовать это на практике бывает затруднительно, кроме того, значительно возрастает роль опыта и квалификации эксперта.

Для построения модели комплексной оценки качества материалов и монтажа спортивных паркетных полов в качестве математического аппарата был выбран механизм комплексного оценивания. На первом этапе были проанализированы требования нормативных и иных документов и определены значимые критерии – К1.1–К1.6. Затем с помощью метода парных сравнений определены индексы важности и значимости критериев К1.1–К1.6. По результатам экспертной оценки составлена матрица парных сравнений критериев оценки качества, определены индексы важности и весовые коэффициенты критериев (табл. 1).

С учетом близости факторов, влияющих на характеристики качества материалов и монтажа конструкций пола, выполнено их агрегирование на основе линейной свертки. Данный вид свертки оптимален для внесения

новых данных или корректировки полученной модели. В общем случае элементарная линейная (аддитивная) свертка по методу взвешенных коэффициентов имеет вид функции

$$X = f_L(X_1, X_2, \dots, X_n) = K_1X_1 + K_2X_2 + \dots + K_nX_n,$$

где  $X$  – комплексная оценка качества;  $X_1, X_2, \dots, X_n$  – частные критерии, сворачиваемые в комплексную оценку  $X$ ;  $K_1, K_2, \dots, K_n$  – весовые коэффициенты, устанавливающие долевое участие каждого из критериев в формировании свертки  $f_L$ .

Таблица 1

Матрица парных сравнений критериев K1.1–K1.6

	K1.1	K1.2	K1.3	K1.4	K1.5	K1.6	$I_{K_i}$	$q_{K_i}$
K1.1	1	1	5	3	7	7	3,00	<b>0,40</b>
K1.2	1	1	3	1/3	1/3	1/5	0,64	<b>0,08</b>
K1.3	1/5	1/3	1	1	3	3	0,92	<b>0,12</b>
K1.4	1/3	3	1	1	5	3	1,57	<b>0,21</b>
K1.5	1/7	3	1/3	1/5	1	1/7	0,39	<b>0,02</b>
K1.6	1/7	5	1/3	1/3	7	1	0,91	<b>0,12</b>

Процедура комплексного оценивания основана на приведении всех существенных характеристик, влияющих на оценку качества объекта экспертизы, к единой шкале комплексного оценивания. Преобразование количественных значений частных критериев из шкалы измерения в шкалу комплексного оценивания осуществляется с помощью функций приведения, связывающих между собой универсальную шкалу с разнообразными (размерными, безразмерными) шкалами частных критериев.

Линейная зависимость комплексной оценки качества материалов представлена в следующем виде:

$$KO1 = q_{K1.1} \times X1 + q_{K1.2} \times X2 + q_{K1.3} \times X3 + q_{K1.4} \times X4 + q_{K1.5} \times X5 + q_{K1.6} \times X6.$$

Подставив взвешенные коэффициенты критериев, получаем

$$KO1 = 0,4 \times X1 + 0,09 \times X2 + 0,12 \times X3 + 0,21 \times X4 + 0,06 \times X5 + 0,12 \times X6,$$

где  $X_i$  ( $X_1, \dots, X_6$ ) – частные критерии существующих характеристик качества материалов, измеренные в единой шкале комплексного оценивания от 1 до 4.

Преобразование количественных значений частных критериев из шкалы измерения в некоторую универсальную качественную шкалу характеристик – шкалу комплексного оценивания – осуществляется с по-

мощью функций приведения, связывающих между собой универсальную шкалу с разнообразными (размерными, безразмерными) шкалами частных критериев. В данном случае предлагается использовать шкалу от 1 до 4.

Функции приведения нелинейные, но поддаются линеаризации в отдельных случаях. Для построения функции приведения необходимо указать минимальное и максимальное количественное значение критерия (интервала качественной оценка значения критерия).

*Критерий К1.1 «Форма и размеры планок»* включает в себя ряд следующих контролируемых параметров: длина планки, ширина планки, толщина планки, высота паза, глубина паза, ширина гребня, толщина гребня, толщина слоя износа, уменьшение размера нижней части планки со стороны скоса слоя износа, скос грани по толщине слоя износа.

Выделим основные параметры, оказывающие наибольшее влияние на форму и размеры планок:

К1.1.1 – толщина, мм,

К1.1.2 – ширина, мм,

К1.1.3 – длина, мм.

Относительная важность критериев определяется методом парного сравнения (табл. 2).

Таблица 2

## Относительная важность критериев

	К1.1.1	К1.1.2	К1.1.3	I Ki	qKi
К1.1.1	1	2	5	2,15	0,56
К1.1.2	1/2	1	5	1,36	0,35
К1.1.3	1/5	1/5	1	0,34	0,09

$K1.1=X1$  – комплексная оценка по критерию «Форма и размеры планок»:

$$X1 = qK1.1.1 \times X1.1 + qK1.1.2 \times X1.2 + qK1.1.3 \times X1.3.$$

Подставив в формулу взвешенные коэффициенты, получаем

$$X1 = 0,56 \times X1.1 + 0,35 \times X1.2 + 0,09 \times X1.3,$$

где  $X1.1$ ,  $X1.2$ ,  $X1.3$  – качественные значения показателей «толщина», «ширина» и «длина», определяемые по соответствующим функциям приведения (рис. 1).

Толщина паркетной планки регламентируется ГОСТ 862.1–85 и должна составлять 15 мм (18 мм – для древесины хвойных пород). Предельные отклонения должны составлять  $\pm 0,2$ . По условиям технического задания толщина планки нормируется 20 мм.

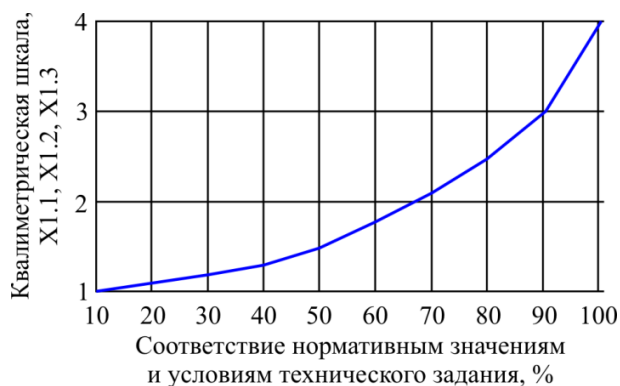


Рис. 1. Функция приведения качества паркетных планок от размеров планок (толщины, ширины, длины, мм)

Ширина планки, согласно ГОСТ 862.1–85, с градацией в 5 мм должна составлять от 30 до 90 мм. Предельные отклонения должны составлять  $\pm 0,2$ . По условиям технического задания ширина планки нормируется 82 мм.

Согласно п. 8.15.3 «Руководство по техническим требованиям...» [26], ширина паркетной планки во избежание возможного поперечного коробления не должна превышать пяти толщин. Следовательно, при толщине паркетной планки 20 мм (19 мм после шлифовки) максимальная ширина паркетной планки должна составлять не более 100 мм.

Длина паркетной планки, согласно ГОСТ 862.1–85 «Изделия паркетные. Паркет штучный. Технические условия», с градацией в 50 мм должна составлять от 150 до 500 мм. Предельные отклонения должны составлять  $\pm 0,3$ . По условиям технического задания длина планки составляет 305, 458, 610, 762 мм.

Поскольку требования к размерам планок согласно ГОСТ 862.1–85 и условиям технического задания имеют различия, то в качестве количественно-измеряемой характеристики принимается соответствие определяемых параметров нормируемым значениям (в данном случае – условиям технического задания) в процентном соотношении.

Аналогичным способом (на основе функций приведения) получают комплексные оценки для критериев:

K1.2 – отклонения от формы планок,  $K1.2=X2=(X2.1+X2.2+X2.3+X2.4)/4$ ;

K1.3 – порода древесины,  $K1.3=X3$ ;

K1.4 – наличие пороков древесины,  $K1.4=X4$ ;

K1.5 – шероховатость поверхности,  $K1.5=X5=0,6xX5.1+0,4xX5.2$ ;

K1.6 – влажность древесины при отгрузке,  $K1.6=X6$ .

Комплексная оценка качества материалов в относительной шкале 1–4 будет определяться выражением

$$KO1=0,4xX1+ 0,09xX2 + 0,12xX3 + 0,21xX4 + 0,06xX5 + 0,12xX6.$$

Аналогичным образом была получена модель определения качества монтажа спортивных полов:

$$KO2=0,03xX1+ 0,36xX2 + 0,06xX3 + 0,36xX4 + 0,19xX5,$$

где  $K1.2$  – отклонения от формы планок,  $X2=(X2.1+X2.2+X2.3+X2.4)/4$ ;

$K2.1$  – соответствие установки основания из лаг,  $K2.1=X1$ ;

$K2.2$  – соответствие заданным размерам, толщинам, отметкам, плоскостям и уклонам,  $K2.2=X2=(X2.1+X2.2+X2.3)/3$ ;

$K2.3$  – соответствие температурного и влажностного режима,  $K2.3=X3=(X3.1+X3.2+X3.3)/3$ ;

$K2.4$  – соответствие соединений паркетных планок,  $K2.4=X4=(X4.1+X4.2)/2$ ;

$K2.5$  – соответствие примыканий полов к вертикальным конструкциям,  $K2.5=X5$ .

Для проверки адекватности полученной модели она была опробована на нескольких объектах. Получена удовлетворительная сходимость результатов на небольшом отрезке времени.

Таким образом, на основании анализа нормативных требований, разработана комплексная модель оценки спортивных полов, которая позволяет оценить качество и получить количественный результат – комплексную оценку в процентном соотношении. Опираясь на данную модель, эксперт может аргументировать свое заключение, ссылаясь на качественные показатели. Однако модель имеет существенные недостатки, а именно:

1) модель является «статичной», т.е. она не учитывает изменений законодательства и всех обстоятельств конкретного дела; внесение изменений вручную возможно;

2) модель имеет удовлетворительную сходимость на небольшом интервале времени;

3) учет неопределенностей в модели осуществляется через механизм опроса экспертной группы; обоснование результатов этого опроса затруднительно.

В процессе исследований были разработаны модели комплексного оценивания на основе матричных сверток (рис. 2) для решения отдельных многокритериальных технических задач, например, для комплексной оценки качества проектной документации, обоснования необходимости сноса здания. Модели реализованы в программном комплексе «Декон». Модели показали хорошую сходимость. Достоинством данных моделей



является возможность непосредственного качественного и количественного учета неопределенностей через отдельные функции приведения. Существенными недостатками модели являются:

- 1) модель является «статичной», т.е. она не учитывает изменений законодательства и всех обстоятельств конкретного дела; внесение изменений вручную затруднительно;
- 2) очень узкая область применения;
- 3) сложность обоснования полученных результатов.



Рис. 2. Модель комплексного оценивания на основе матричных сверток для комплексной оценки качества проектной документации

**Генетические алгоритмы** основаны на случайном подборе, комбинировании и вариации искоемых параметров. Результаты работы подобных моделей будут являться непредсказуемыми, их обоснование в рамках судебной строительно-технической экспертизы будет невозможным.

**Нейросетевые модели** получают все большую популярность при разрешении вопросов с высокой степенью неопределенности. В 2015–2016 гг. подобные системы показали свое преимущество, обыграв человека в шахматы, го и покер<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <https://meduza.io/feature/2017/01/12/kompyuter-protiv-cheloveka-na-etot-raz-v-poker>  
<https://meduza.io/feature/2016/03/15/neyroseti-mozhno-ne-ob-yasnyat-pravila-igry-v-go-ona-sama-ih-vyuchit>  
<https://hi-news.ru/technology/ii-alphago-ot-deep-mind-obygral-chempiona-mira-po-logicheskoy-igre-go.html>

Нейронная сеть – это структура обработки информации, состоящая из нейронов, которые соединены между собой связями. Данная структура является распределенной, т.е. относится к блокчейн-технологии. Подобные структуры действуют на основе прошлого опыта с учетом заданного в них алгоритма [27–29] и в отличие от статистических методов базируются на параллельной обработке информации и обладают способностью к самообучению, т.е. получать обоснованный результат на основании данных, которые не встречались в процессе обучения. Эти качества позволяют данным системам решить следующие сложнейшие задачи [29–36]:

1. Решение задач в условиях неопределенности – способность обучения нейронной сети позволяет решать задачи с неизвестными закономерностями и зависимостями между входными и выходными данными, что позволяет работать с неполными данными. Кроме того, взаимоотношения между величинами заранее не устанавливаются, поскольку метод предусматривает изучение существующих взаимосвязей на готовых моделях.

2. Устойчивость к шумам во входных параметрах – нейронная сеть может самостоятельно определять неинформативные для анализа параметры и производить их отсев, в связи с чем пропадает необходимость дополнительного анализа информационного вклада входных данных.

3. Адаптация к изменениям окружающей среды – нейронные сети могут быть переучены в новых условиях окружающей среды, описываемых незначительными колебаниями параметров этой среды. Следовательно, можно производить переобучение нейронных сетей на основе незначительных колебаний параметров среды. Если задача решается в условиях нестационарной среды (где статистика изменяется с течением времени), то могут быть созданы нейронные сети, переучивающиеся в реальном времени. Чем выше адаптивные способности системы, тем более устойчивой будет ее работа в нестационарной среде.

4. Потенциальная отказоустойчивость нейронных сетей обоснована незначительным снижением их производительности при неблагоприятных условиях. Эта особенность объясняется распределенным характером хранения информации в нейронной сети, благодаря чему можно утверждать, что только серьезные повреждения структуры нейронной сети существенно повлияют на ее работоспособность.

Таким образом, нейронные сети представляют собой вычислительную технологию, которая реализует новые подходы к исследованию динамических задач в различных областях. Благодаря способности к моделированию нелинейных процессов, работе с неопределенностями и высокой адаптивности, нейронные сети можно применять для решения задач судебной строительно-технической экспертизы.

Конфигурация структуры нейронной сети определяется особенностями и сложностями решаемой задачи. Для решения многих классов задач уже предложены и хорошо исследованы различные топологии нейронных сетей. Однако, если задача не может быть сведена к одному из известных типов, требуется решать нетривиальную проблему выбора новой конфигурации или топологии нейронной сети.

#### Библиографический список

1. Голубев К.В. Вопросы неопределенности, возникающие при проведении строительно-технических экспертиз // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2016. – № 1 (21). – С. 120–130.
2. Рошин В.М. Управление проектами: учеб. пособие. – Владивосток, 2007. – 204 с.
3. Судебная экспертиза: типичные ошибки / Е.Р. Россинская, Е.Н. Дмитриев, И.Н. Подволоцкий [и др.]; под ред. Е.Р. Россинской. – М.: Проспект, 2014. – 544 с.
4. Кудрявцев Е.М. Методы решения организационных задач. – М.: Изд-во АСВ, 2015. – 336 с.
5. Экспертная система для прогнозирования стратегических инноваций / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова, А.А. Хорычев // Качество. Инновации. Образование. – 2011. – № 12. – С. 26–36.
6. Развитие методов представления знаний в системах поддержки принятия решений / В.В. Дик, А.И. Уринцов, И.В. Павлековская. – М.: Вольное экономическое общество России, 2014. – № 186. – С. 463–470.
7. Одинцов Б.Е., Романов А.Н. О классификации знаний с позиций интеллектуализации информационных систем // Вестник финансового университета. – 2013. – № 1(73). – С. 124–132.
8. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1989. – 263 с.
9. Wong M.L., Leung K.S. Data mining using grammar based genetic programming and applications. – N.Y.: Kluwer Academic Publishers, 2002. – Vol. 3. – 228 p.
10. Фельдбаум А.А. Основы теории оптимальных автоматических систем. – 2-е изд. – М.: Наука, 1966. – 623 с.
11. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. – М.: Наука, 1989. – 408 с.
12. Олейников В.А. Оптимальное управление в нефтяной и газовой промышленности. – Л.: Недра, 1982. – 216 с.
13. Гордиенко Е.К., Лукьяница А.А. Искусственные нейронные сети: I. Основные определения и модели // Изв. РАН. Техническая кибернетика. – 1994. – № 5. – С. 79–92.
14. Ефимов Д.В., Терехов В. А., Тюкин И.Ю. Адаптивная система управления с нейронной сетью // Изв. ЛЭТИ. Системы обработки информации и управления. – СПб., 1996. – Вып. 490. – С. 32–35.
15. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. – М.: Наука, 1966. – 408 с.
16. Демидович В.П. Лекции по математической теории устойчивости. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 480 с.
17. Nonlinear and Adaptive Control Design / M. Krstic, I. Kanellakopoulos, P.V. Kokotovic. – Wiley & Sons, Inc., 1995. – 563 p.
18. Marino R., Tomei P. Global adaptive observers and output-feedback stabilization for a class of nonlinear systems // Foundations of adaptive control. – Berlin: Springer-Verlag, 1991.
19. Burkov I.V., Zaremba A.T. Adaptive control for angle speed oscillations generated by periodic disturbances // Proc. 6th St. Petersburg Symp. on Adaptive Systems Theory (SPAS'99). – St. Petersburg, 1999. – Vol. 1. – P. 34–36.
20. Optimal Idle Speed Control of an Automotive Engine / P. Sun, B. Powell, D. Hrovat // Proc. of American Control Conference 2000. – Chicago, 2000. – P. 1018–1026.
21. Constructing good learners using evolved pattern generators / V. Valsalam, J. Bednar, R. Miikkulainen // Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO). – Washington, 2005. – P. 189–203.
22. Rysdyk R., Calise A.J., R.T.N. Chen. Nonlinear Control of Til-trotor Aircraft Using Neural Networks // SAE/AIAA World Aviation Congress. – Anaheim, CA, USA, 1997.
23. Солодовников А.И., Спиваковский А.М. Основы теории и методы спектральной обработки информации. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1986. – 272 с.

24. Yao X. *Volving artificial neural networks* // Tokyo: Proceedings of the IEEE, 1999. – Vol. 87, № 9. – P. 1423–1447.
25. Рей У. *Методы управления технологическими процессами*. – М.: Мир, 1983. – 368 с.
26. *Руководство по техническим требованиям, предъявляемым к полам, их проектированию, устройству и правилам приемки* / ОАО ЦНИИпромзданий. – М., 2001.
27. *Методологические основы разработки нейросетевых моделей экономических объектов в условиях неопределенности: моногр.* / под ред. С.А. Горбаткова. – М.: Экономическая газета, 2012. – 494 с.
28. Хлопкова О.А. *Методы и алгоритмы интеллектуализации принятия решений в условиях неопределенности на базе аппарата нейронных сетей и эволюционного моделирования: дис. ... канд. техн. наук 05.13.17.* – М., 2016. – 157 с.
29. Артемкин Д.Е. *Разработка математического и программного обеспечения автоматизированного прогнозирования временных рядов на основе нейрокомпьютерных технологий: дис. ... канд. техн. наук.* – Рязань, 2003. – 140 с.
30. Боровиков В.П. *Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных.* – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.
31. *Нейронные сети и финансовые рынки. Принятие решений в торговых операциях* / Д.-Э. Бэстенс, В.-М. Ван Ден Берг, Д. Вуд. – М.: ТВП, 1997. – 236 с.
32. Ендовицкий Д.А., Бочарова И.В. *Анализ и оценка кредитоспособности заемщика: учеб.-практ. пособие.* – М.: Кнорус, 2005. – 272 с.
33. Илларионов А.В. *Разработка математических моделей и алгоритмов принятия решения по кредитованию предприятий малого (среднего) бизнеса на основе аппарата теории нечетких множеств: дис. ... канд. экон. наук.* – Владимир, 2006. – 231 с.
34. Комашинский В.И., Смирнов Д.А. *Нейронные сети и их применение в системах управления и связи.* – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 94 с.
35. Кричевский М.Л. *Интеллектуальный анализ данных в менеджменте: учеб. пособие.* – СПбГУАП. – СПб., 2005. – 208 с.
36. *Современные математические методы анализа финансово-экономического состояния предприятия: моногр.* / Т.П. Барановская, В.Н. Кармазин, А.В. Коваленко, М.Х. Ургенов. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2009. – 250 с.

## References

1. Golubev K.V. *Voprosy neopredelennosti, voznikayushchie pri provedenii stroitel'no-tekhnicheskikh ehkspertiz* [Issues of uncertainty arising from the conduct of construction and technical expertise]. *Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Urbanistika*, 2016, no. 1(21), pp. 120-130.
2. Roshchin V.M. *Upravlenie proektami* [Project management]. Vladivostok, Tihookeanskij Gosudarstvennyj Jekonomicheskij Universitet, 2007. 204 p.
3. Rossinskaya E.R., Dmitriev E.N., Podvolockij I.N. et al. *Sudebnaya ehkspertiza: tipichnye oshibki* [Forensic examination: typical mistakes]. Moscow: Prospekt, 2014. 544 p.
4. Kudryavcev E. M. *Metody resheniya organizacionnyh zadach* [Methods for solving organizational problems]. Moscow: Izd-vo Associacii Stroitel'nyh Vuzov, 2015. 336 p.
5. Andrejchikov A.V., Andrejchikova O.N., Horychev A.A. *Ekspertnaya sistema dlya prognozirovaniya strategicheskikh innovacij* [Expert system for forecasting strategic innovations] // *Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie*, 2011, no. 12, pp. 26-36.
6. Dik V.V., Urincov A.I., Pavlekovskaya I.V. *Razvitie metodov predstavleniya znaniy v sistemah podderzhki prinyatiya reshenij* [Development of knowledge representation methods in decision support systems]. Moscow: Vol'noe ehkonomicheskoe obshchestvo Rossii, 2014, no. 186, pp. 463-470.
7. Odincov B.E., Romanov A.N. *O klassifikacii znaniy s pozicij intellektualizacii informacionnyh sistem* [On the classification of knowledge from the point of intellectualization of information systems]. *Vestnik finansovogo universiteta*, 2013, no. 1(73), pp. 124-132.
8. Aleksandrov A.G. *Optimal'nye i adaptivnye sistemy* [Optimum and adaptive systems]: Ucheb. posobie. Moscow: Vysshaya shkola, 1989. 263 p.
9. Wong M.L., Leung K.S. *Data mining using grammar based genetic programming and applications*. N.Y.: Kluwer Academic Publishers, 2002, vol. 3, 228 p.
10. Fel'dbaum A.A. *Osnovy teorii optimal'nyh avtomaticheskikh sistem* [Fundamentals of the theory of optimal automatic systems]. Moscow: Nauka, 1966. 623 p.

11. Arnol'd V.I. *Matematicheskie metody klassicheskoy mekhaniki* [Mathematical methods of classical mechanics]. Moscow: Nauka, 1989.
12. Olejnikov V.A. *Optimal'noe upravlenie v neftyanoj i gazovoj promyshlennosti* [Optimum management in the oil and gas industry]. Leningrad: Nedra, 1982. 216 p.
13. Gordienko E.K., Luk'yanica A.A. *Iskusstvennye nejronnye seti: I. Osnovnye opredeleniya i modeli* [Artificial neural networks: I. Basic definitions and models]. *Izv. Rossijskoj Akademii Nauk. Tekhnicheskaya kibernetika*, 1994, no. 5, pp. 79-92.
14. Efimov D.V., Terekhov V.A., Tyukin I.YU. *Adaptivnaya sistema upravleniya s nejronnoj set'yu* [Adaptive control system with neural network]. *Sb. nauch. trudov "Sistemy obrabotki informacii i upravleniya"*. *Izv. Leningradskogo Jeletrotehnicheskogo instituta. SPb*, 1996, vyp. 490, pp. 32-35.
15. Boltyanskij V.G. *Matematicheskie metody optimal'nogo upravleniya* [Mathematical methods of optimal control]. Moscow: Nauka, 1966. 408 p.
16. Demidovich V.P. *Lekcii po matematicheskoj teorii ustojchivosti* [Lectures on the mathematical theory of stability]. Moscow: Moskovskij Gosudarstvennyj Universitet, 1998. 480 p.
17. Krstic M., Kanellakopoulos I., Kokotovic P.V. *Nonlinear and Adaptive Control Design*. *Wiley & Sons, Inc.* 1995, 563 p.
18. Marino R., Tomei P. *Global adaptive observers and output-feedback stabilization for a class of nonlinear systems*. *Foundations of adaptive control*. Berlin: Springer-Verlag, 1991.
19. Burkov I.V., Zaremba A.T. *Adaptive control for angle speed oscillations generated by periodic disturbances*. *Proc. 6th St. Petersburg Symp. on Adaptive Systems Theory (SPAS'99). September 7-9, 1999*, vol 1, pp. 34-36.
20. Sun P., Powell B., Hrovat D. *Optimal Idle Speed Control of an Automotive Engine*. *Proc. of American Control Conference 2000. 26-30 Jun. Chicago*, 2000, pp. 1018-1026.
21. Valsalam V., Bednar J., Miikkulainen R. *Constructing good learners using evolved pattern generators* // *Washington: Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO)*, 2005, pp. 189-203.
22. Rysdyk R., Calise A.J., R.T.N. Chen. *Nonlinear Control of Til-trotor Aircraft Using Neural Networks*. *SAE/AIAA World Aviation Congress, October. 1997*.
23. Solodovnikov A.I., Spivakovskij A.M. *Osnovy teorii i metody spektral'noj obrabotki informacii* [Fundamentals of the theory and methods of spectral information processing]. Leningrad: Izdatel'stvo leningradskogo Gosudarstvennogo Universiteta, 1986. 272 p.
24. Yao, X. *volving artificial neural networks*. *Tokyo: Proceedings of the IEEE*, 1999, vol. 87, no. 9, pp. 1423-1447.
25. Rej U. *Metody upravleniya tekhnologicheskimi processami* [Technological process control methods]. Moscow: Mir, 1983.
26. *Rukovodstvo po tekhnicheskim trebovaniyam, pred'yavlyаемым k polam, ih proektirovaniyu, ustrojstvu i pravilam priemki* [Guidance on the technical requirements for floors, their design, installation and acceptance rules]. *ОАО Central'nyj Nauchno-Issledovatel'skij Institut Promzdanij*, 2001g.
27. Gorbатов S.A., Polupanov D.V., Makeeva E.YU., Biryukov A.N. *Metodologicheskie osnovy razrabotki nejrossetevyh modelej ehkonomicheskikh ob'ektov v usloviyah neopredelennosti* [Methodological bases of development of neural network models of economic objects in conditions of uncertainty]. *Moscow: EHkonomicheskaya gazeta*, 2012. 494 p.
28. Hlopkova O.A. *Metody i algoritmy intellektualizacii prinyatiya reshenij v usloviyah neopredelennosti na baze apparata nejronnyh setej i ehvolyucionnogo modelirovaniya* [Methods and algorithms for intellectualization of decision making under conditions of uncertainty based on the apparatus of neural networks and evolutionary modeling]. *Ph.D. thesis. Moskow*, 2016.
29. Artyomkin D.E. *Razrabotka matematicheskogo i programmnoho obespecheniya avtomatizirovannogo prognozirovaniya vremennyh ryadov na osnove nejrokomp'yuternyh tekhnologij* [Development of mathematical and software for automated forecasting of time series based on neurocomputer technologies]. *Ph.D. thesis. Ryazan'*, 2003. 140 p.
30. Borovikov, V.P. *Nejronnye seti. Statistika Neural Networks. Metodologiya i tekhnologii sovremennogo analiza dannyh* [Neural networks. Statistika Neural Networks. Methodology and technologies of modern data analysis]. *Moscow: Goryachaya liniya – Telekom*, 2008. 392 p.
31. Behstens, D.-EH. *Nejronnye seti i finansovye rynki. Prinyatie reshenij v torgovyh operacijah* [Neural networks and financial markets. Decision making in trading operations]/ *D.-EH. Behstens, V.-M. Van Den Berg, D. Vud. Moscow: Teorija Veroyatnostej i ee Primenenie*, 1997. 236 p.
32. Endovickij, D.A. *Analiz i ocenka kreditosposobnosti zayomshchika* [Analysis and assessment of the borrower's creditworthiness]: *uch.- prakt. pos. / D.A. Endovickij, I.V. Bocharova. – M.: Knorus*, 2005. – 272 p.
33. Illarionov A.V. *Razrabotka matematicheskikh modelej i algoritmov prinyatiya resheniya po kreditovaniyu predpriyatij malogo (srednego) biznesa na osnove apparata teorii nechyotkih mnozhestv*

[Development of mathematical models and decision algorithms for lending to small (medium) businesses based on the apparatus of the theory of fuzzy sets], Ph.D. thesis. Vladimir, 2006, 231p.

34. Komashinskij V.I. Nejronnye seti i ih primenenie v sistemah upravleniya i svyazi [Neural networks and their application in control and communication systems] / V.I. Komashinskij , D.A Smirnov. – M: Goryachaya liniya Telekom 2003. 94 p.

35. Krichevskij M.L. Intellekturnyj analiz dannyh v menedzhmente [Intellectual data analysis in management]: Ucheb. Posobie / M.L. Krichevskij. – Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet ajerokosmicheskogo priborostroeniya. SPb., 2005. – 208 p.

36. Sovremennye matematicheskie metody analiza finansovo- ehkonomicheskogo sostoyaniya predpriyatiya [Modern mathematical methods for analyzing the financial and economic state of an enterprise]: monografiya / T.P. Baranovskaya, V.N.Karmazin, A.V Kovalenko, M.H. Urtenov – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2009. – 250 p.

Получено 29.03.17

**K. Golubev**

## **JUSTIFICATION OF THE RESULTS OF COURT CONSTRUCTION-TECHNICAL EXPERTISE UNDER THE CONDITIONS OF UNCERTAINTY**

In the article the problems of completeness and scientific validity of the conclusions made during the court construction-technical expertise from the position of the current legislation are studied. The main problems and groups of uncertainties with which the forensic expert may face during the research and preparation of the conclusion are indicated.

To solve the above-mentioned problems and take into account the uncertainties, it was suggested to use decision support systems (DSS). A brief review of existing decision support systems (methods) with an assessment of their use in conducting court construction-technical expertise is given. The optimal methods used when conducting legal construction-technical expertise are defined. These include simulation modelling, genetic algorithms and neural networks. The experience of using simulation in the practice of legal construction-technical expertise has been considered in detail, on specific examples. The advantages and disadvantages of each method are revealed.

As of today, neural networks are a new and very promising computational technology. The possibility to model nonlinear processes, work with uncertainties, as well as high adaptability make it possible to apply neural networks to solve a wide class of problems of legal construction-technical expertise.

**Keywords:** legal construction-technical expertise, technical expertise, uncertainties, human factor, decision support system, neural network.

**Голубев Константин Викторович** (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры строительного инжиниринга и материаловедения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: nedstf@pstu.ru).

**Golubev Konstantin** (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction engineering and Material Science, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: nedstf@pstu.ru).