

3. Кисельов О. В. Використання пакету програм Statist для аналізу результатів багатфакторного активного експерименту / О. В. Кисельов, Є. Є. Антонов, Р. О. Бакарджієв // Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві: Зб. наук. праць. – Запоріжжя: – ІМТ НААН, 2011. – Вип. 1(7). – С. 243–253.
4. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов / В. Боровиков. – [2-е изд.]. (+CD). – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.: ил.
5. Бакарджієв Р. А. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы пресс-брикетировщика для утилизации растительных материалов: дисс...канд. техн. наук: спец. 05.20.01 / Бакарджієв Роман Александрович / Мелитополь, 1997. – 168 с.
6. Елисеева И. И. Эконометрика: учебник / И. И. Елисеева, С. В. Курьшева, Т. В. Костеева и др.; под ред. И. И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 576 с.: ил.

Roman Bakardzhyev

Tavria State Agrotechnical University

Andrew Komarov

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Features of evaluation of results regression analysis

Abstract: In an example, evaluation of the results of regression analysis of active fullfactor experiment. With the use of MS Excel statistical functions illustrated assessment of the adequacy of the mathematical model of the second order of rejected statistically insignificant coefficients defined performance mathematical model according difference (residual) with zero and normal distribution and their autocorrelation.

These methods allow you to quickly accurately identify all evaluation parameters obtained regression equation, its suitability for use as a mathematical model.

regression analysis, mathematical model adequacy, normal statistical distribution

Одержано 12.03.15

УДК 629.7.07

О.В. Артеменко, доц., канд. техн. наук

Кировоградская летная академия Национального авиационного университета

Моделирование задачи выбора запасного аэродрома на базе искусственной нейронной сети

В статье рассмотрена задача выбора запасного аэродрома в процессе предполетной подготовки. Проанализированы факторы, влияющие на выбор запасного аэродрома, описана работа модуля автоматизированного выбора запасного аэродрома, а также представлена нейросетевая модель выбора запасного аэродрома

предполетная подготовка, запасной аэродром, нейросетевая модель выбора запасного аэродрома

О.В. Артеменко, доц., канд. техн. наук

Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету

Моделирование задачи выбора запасного аэродрома на базе штучной нейронной сети

В статті розглянута задача вибору запасного аеродрому в процесі передпольотної підготовки. Проаналізовані фактори, які впливають на вибір запасного аеродрому, описана робота модуля автоматизованого вибору запасного аеродрому, а також приведена нейросіткова модель вибору запасного аеродрому

передпольотна підготовка, запасний аеродром, нейросіткова модель вибору запасного аеродрому

© О.В. Артеменко, 2015

Постановка проблемы. На каждом аэродроме, который используется для международных полетов, персоналу, связанному с выполнением полетов, включая летный экипаж и службы, ответственные за предполетную информацию, предоставляется аэронавигационная информация, необходимая для обеспечения безопасности, регулярности и эффективности полетов, которая касается всех этапов маршрута, начиная с данного аэродрома. Предполетная информация включает в себя много вопросов таких, как информация о маршруте полета, об аэродроме назначения и запасном аэродроме (ЗА), о правилах загрузки воздушного судна (ВС), анализ минимумов для посадки на аэродром назначения и запасной, анализ метеорологической обстановки по маршруту полета и аэродромам, правила расчета топлива для различных видов и условий полета и др. [1].

Экипажу ВС (ЭВС) на предполетной подготовке необходимо выбрать запасные аэродромы, а затем, принимая решение на вылет, уточнить метеоусловия на них [1]. Варианты принятия решения на вылет с обеспечением возможности ухода на запасной аэродром с высоты принятия решения аэродрома назначения должны рассматриваться как основные и предусматриваться при разработке планов движения воздушных судов.

Выбор ЗА и принятие решения на вылет регламентируют следующие документы: Руководство по летной эксплуатации ВС и принятый в 2005 году Государственной авиационной службой Украины «Порядок принятия решения на вылет и прилет воздушных судов гражданской авиации Украины по правилам полета по приборам».

Цель предполетной подготовки – обеспечение ЭВС необходимой информацией, относящейся к данному полету. Для совершенствования предполетной подготовки в авиации разрабатываются и применяются автоматизированные системы подготовки предполетной информации (АС ППИ) [2]. В такую систему целесообразно ввести модуль автоматизированного выбора ЗА [3].

Анализ исследований и публикаций. В настоящее время в целях повышения безопасности полетов в состав автоматизированных систем управления воздушным движением (АС УВД) включаются интеллектуальные модули – СППР, в которых реализована информационная поддержка авиационного оператора (АО). Они содействуют оперативному принятию решения экипажем ВС. АС УВД с элементами информационной поддержки, используемые в авиации, представлены в работах [4-7]. Элементы СППР включены в состав многих АС УВД, однако в службах предполетного информационного обслуживания СППР не использовались.

В целях предполетного обслуживания и обеспечения полета эксплуатанты используют ряд программных продуктов. Наиболее известными поставщиками указанных программ являются фирмы Jeppesen, SITA, Sabre, Skyplan, Lido и ряд других. Некоторые авиакомпании используют программное обеспечение собственной разработки [1]. Использование таких программ позволяет осуществлять аэронавигационное и метеорологическое обеспечение полетов.

Однако автоматически сгенерированный компьютером оперативный план полета не всегда является рациональным для выполнения данного рейса. Компьютер обычно подбирает наиболее короткий подходящий маршрут, не учитывая множества других эксплуатационных факторов, влияющих на выполнение полета. Подбор компьютером не самой подходящей с экономической точки зрения высоты полета может привести к значительному перерасходу топлива, особенно на длинных рейсах [1].

Алгоритм выбора запасного аэродрома в программе планирования полета производится путем отбора из встроенной базы данных аэропортов при вводе пользователем дополнительных параметров выбора (например, удаления от аэропорта

назначения, данные по топливу). Данный недостаток таких систем затрудняет процесс выбора запасного аэродрома на этапе планирования полета, так как авиационному оператору затруднительно самостоятельно сделать объективный выбор наиболее подходящих запасных аэродромов по маршруту полета, тем более, в таких программах не производится анализ метеоусловий на запасных аэродромах.

Постановка задачи. Центральное место в системе предполетной подготовки занимает задача выбора ЗА по маршруту полета. Для решения данной задачи поставлены следующие цели:

1. Анализ факторов, влияющих на выбор ЗА.
2. Построение нейросетевой модели выбора ЗА.
3. Описание этапов работы модуля автоматизированного выбора ЗА.

1. Анализ факторов, влияющих на выбор ЗА

Являясь составными частями аэронавигационного обслуживания, служба аэронавигационной информации (САИ), авиационная метеорологическая служба (МЕТ) и другие службы аэропорта способствуют безопасности, регулярности и эффективности международной аэронавигации. Одно из основополагающих требований пользователей воздушного пространства состоит в получении наиболее новой аэронавигационной, метеорологической и другой информации до выполнения любого полета, т.е. каждому конкретному полету должна быть предоставлена эффективная предполетная подготовка и соответствующее обслуживание. С этой целью создаются различные службы аэропорта, работоспособность которых влияет на выбор аэродрома в качестве запасного.

На основании анализа работы служб, средств, информации и данных, которые влияют на выбор запасного аэродрома, а также на основании приказа № 295 о «Порядке принятия решения на вылет и прилет воздушных судов гражданской авиации Украины по правилам полета по приборам» была составлена таблица в виде декомпозиции факторов, влияющих на выбор запасного аэродрома (табл.1).

Таблица 1 – Декомпозиция факторов, влияющих на выбор запасного аэродрома

Факторы		Подфакторы
A	Фактические метеоусловия на аэродроме (не более 1 часа с момента наблюдения)	a_{11} – высота нижней границы облачности (ВНГО) a_{12} – дальность видимости на ВПП a_{13} – скорость и направление ветра a_{14} – атмосферное давление
B	Прогнозируемые метеоусловия на аэродроме (период, который начинается за 1 час до расчетного времени прибытия и заканчивается через 1 час после него)	b_{11} – опасные метеоявления (например, фронтальные грозы) b_{12} – прогнозируемые к моменту прилета на ЗА порывы ветра b_{13} – ВНГО (если их прогнозируемое количество более 3 баллов) b_{14} – ухудшение видимости и (или) понижение ВНГО, прогнозируемое ко времени прилета
C	Тип системы захода на посадку	c_{11} – категория I c_{12} – категория II и III c_{13} – неточная система захода на посадку c_{14} – заход на посадку с круга/визуальный заход
D	Удаление до запасного аэродрома (наличие топлива для полета на ЗА)	d_{11} – время полета меньше 6 часов и на аэродроме назначения имеется 2 независимые взлетно-посадочные полосы (ВПП) d_{12} – аэродром назначения является изолированным аэродромом

Продовження таблиці 1

Е	Светотехническое оборудование	e_{11} – ОМИ (огни малой интенсивности) e_{12} – ОВИ-1 (огни высокой интенсивности I категории) e_{13} – ОВИ-2 II категории e_{14} – ОВИ-3 III категории
Ф	Установленные минимумы	f_{11} – минимум ВС f_{12} – минимум КВС f_{13} – минимум аэродрома f_{14} – минимальные безопасные высоты пролета препятствий
Н	Радиотехнические средства обеспечения полетов	h_{11} – средства района подхода (ОРЛ, ДРЛ, ДПРМ) h_{12} – системы посадки (радиомаячные, ОСП и др.) h_{13} – посадочный радиолокатор и другие радиотехнические средства обеспечения полетов
І	Тактико-технические характеристики ВПП	i_{11} – длина ВПП i_{12} – ширина ВПП i_{13} – коэффициент ACN/PCN (оценка несущей способности аэродромного покрытия)

2. Построение нейросетевой модели выбора ЗА

Оценивание аэродромов по всем факторам будем осуществлять с помощью двухслойной прямонаправленной нейронной сети – двухслойного персептрона [8].

Входными параметрами модели являются факторы и подфакторы, которые влияют на выбор запасного аэродрома (табл. 1). Для каждого фактора и подфактора были разработаны критерии оценки их состояния.

Рассмотрим каждый слой нейросетевой модели.

Первый слой. Входными параметрами первого слоя модели являются исходы, анализирующие состояние подфакторов. В соответствии с каждым входным параметром ставится бинарный вектор, который отображает результат состояния исходов: соответствие (1) или несоответствие (0) требуемым условиям определенного подфактора.

Второй слой. Выходы первого слоя являются входными параметрами второго слоя и отображают состояние факторов. Бинарный вектор отображает оценку состояния фактора: удовлетворяют ли они требуемым условиям для возможности выбора аэродрома в качестве запасного: 1 – факторы соответствуют, 0 – факторы не соответствуют.

Каждому входному параметру ставится также бинарный вектор, который отображает соответствие (1) или несоответствие (0) определенного параметра условиям выбора запасного аэродрома.

Выходным параметром модели является оценка аэродромов относительно возможности быть выбранными в качестве запасных $\bar{G}$: g_1 – аэродром может быть запасным (1), g_2 – аэродром не может быть запасным (0), $\bar{G} = \{g_x\}$, $x = \overline{1,0}$.

Входные параметры $\bar{A}$, $\bar{B}$, $\bar{C}$, $\bar{D}$, $\bar{E}$, $\bar{F}$, $\bar{H}$, $\bar{I}$ и соответствующий им выход $\bar{R}$ задаются также в соответствии с обучающей выборкой.

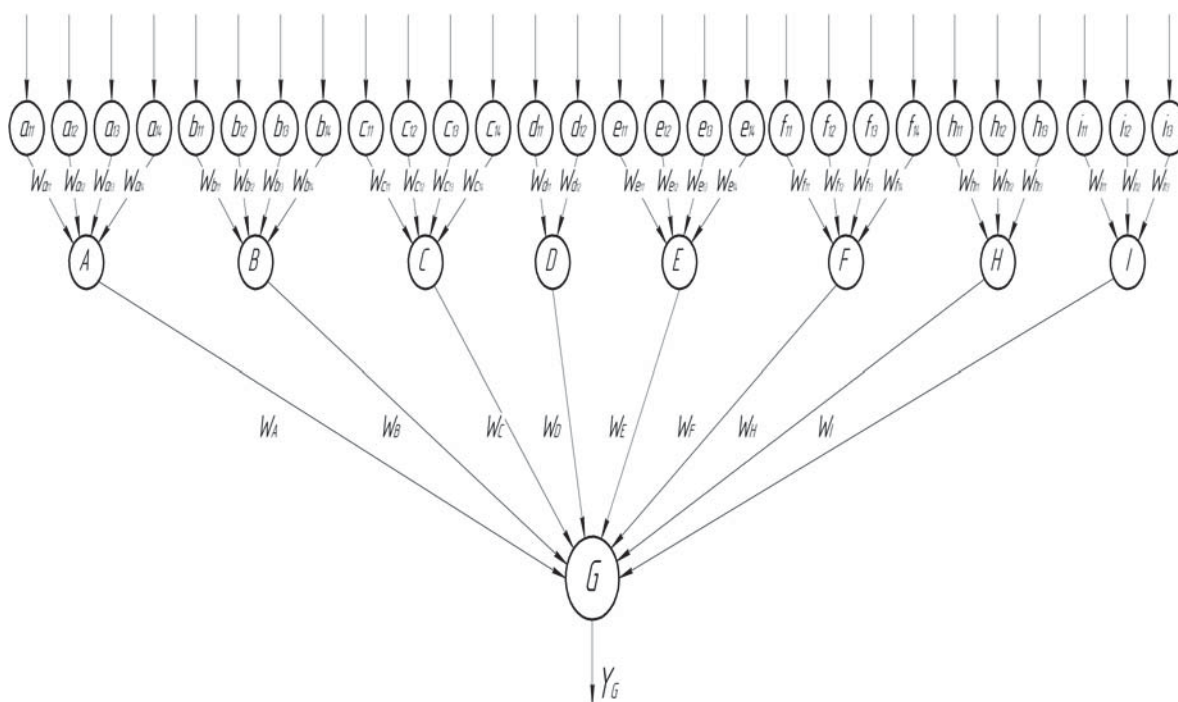


Рисунок 1 – Нейросетевая модель выбора ЗА

3. Описание этапов работы модуля автоматизированного выбора ЗА

Автоматизированный выбор запасного аэродрома будет реализовываться как информационная поддержка КВС. Чтобы добиться более точных и объективных результатов при выборе ЗА предлагается модель, реализуемая поэтапным подходом к методике выбора ЗА[9]. Рассмотрим поэтапную работу модуля.

Первый этап. Ввод полетного задания.

Он заключается во вводе пользователем полетного задания в расчетную систему, т.е. ввод аэродрома (АД) вылета и назначения.

Данные о выбранных аэродромах и сведения по выбранному маршруту поступают в модуль выбора ЗА из базы данных.

Второй этап. Определение потенциально возможных запасных аэродромов.

В блоке определения возможных ЗА на основе введенного полетного задания происходит определение маршрута и определение возможных запасных аэродромов. Сначала определяется расстояние от аэродрома вылета до аэродрома назначения L маршрута и в радиусе R равном половине маршрута с центром в аэродроме назначения определяются возможные запасные аэродромы. Далее происходит сортировка возможных запасных аэродромов в порядке возрастания расстояния от аэродрома назначения до них.

Третий этап. Первое оценивание аэродромов по факторам и отсеивание заранее непригодных аэродромов.

Выбранные возможные аэродромы оцениваются по определенным наиболее значимым факторам. Оценивание аэродромов по всем факторам будем осуществлять с помощью трехслойной прямонаправленной нейронной сети – трехслойного персептрона (рис.1).

Четвертый этап. Второе оценивание аэродромов по факторам.

На четвертом этапе аэродромы, которые могут быть выбраны в качестве запасных, оцениваются с точки зрения экономичности. Здесь играют роль такие

факторы как аэронавигационные сборы по маршруту и на аэродроме, количество топлива, маршрут и другие факторы.

Выбранные пригодные аэродромы оцениваются по данным факторам и выбирается оптимальный запасной аэродром. Данные о выбранном запасном аэродроме поступают на интерфейс пользователя в качестве рекомендации.

Рассмотренная проблема выбора запасного аэродрома является актуальной не только в контексте предполетной подготовки. Нередко проблема выбора альтернативного аэродрома или другого места для вынужденной посадки возникает уже в полете. Такие ситуации, требующие вынужденной посадки, всегда связаны с дефицитом времени и высокой нервно-эмоциональной нагрузкой при принятии решения. Таким образом, просматриваются пути внедрения подобных модулей автоматизированного выбора запасного аэродрома в бортовых автоматизированных системах управления полетом для определения оптимального запасного аэродрома или пригодного места посадки в любой момент времени и в любой точке маршрута. Таким нововведениям способствуют и существующие и широко применяющиеся в авиации системы глобального позиционирования (GPS); набирающие обороты и все больше применяемые для целей авиации геоинформационные системы (ГИС); а также возможность получать необходимую информацию из баз данных аэропортов или непосредственно из самих аэропортов в режиме on-line.

Выводы: 1. На основе проведенных исследований, предложена модель выбора запасного аэродрома, реализуемая поэтапным подходом, которая позволяет расширить количество влияющих на выбор ЗА факторов, более объективно оценивать их состояние и выбирать наиболее пригодный аэродром.

2. Разработана нейросетевая модель выбора запасного аэродрома, позволяющая оперативно и объективно оценивать факторы, влияющие на выбор ЗА.

3. Предложенная модель сокращает время на выбор запасного аэродрома и минимизирует возможность принятия неправильного решения.

Список литературы

1. Лебедев С.Б. Основы теоретической подготовки диспетчеров по обеспечению полетов. – К.: Авиакомпания «Международные авиалинии Украины», 2005. – 796 с.
2. Артеменко О.В. Розробка автоматизованої системи підготовки передпольотної інформації / О.В. Артеменко, Ю.Б. Беляєв, Т.Ф. Шмелева // Науково-практичний журнал «Науково-технічна інформація». – К.: 2010. - №3. – С. 41-44.
3. Шмелева Т.Ф. Выбор запасного аэродрома в условиях неопределенности / Т.Ф. Шмелева, О.В.Артеменко, В.В. Павлова // Наукові праці академії: випуск VII, частина I/ За ред. Р.М. Макарова. – Кіровоград: Видавництво ДЛАУ, 2003 – С. 234-240.
4. Неделько В.Н. Обеспечение эффективности информационной поддержки принятия решений в автоматизированных системах обслуживания воздушного движения с элементами искусственного интеллекта: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.13 / Неделько Виталий Николаевич. – К., 2002. – 183 с.
5. Глухих И.Н. Интегрированные автоматизированные системы интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении воздушным движением (теория, модели, алгоритмы, принятие решений): автореф. дис. на соискание науч. степени доктора техн. наук: спец. 05.13.16 / И.Н. Глухих. – Самара, 2000. – 34 с.
6. Москвичев В.В. Информационная поддержка решений диспетчера для управления вынужденной посадкой воздушных судов вне аэродрома: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.13 / Москвичев Владислав Викторович. – К., 1998. – 178 с.
7. Сікірда Ю.В. Моделювання системи підтримки прийняття рішень авіадиспетчера в позаштатних польотних ситуаціях: дис. ... кандидата техн. наук: 05.13.06 / Сікірда Юлія Володимирівна. – К., 2004. – 184 с.
8. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.

Olga Artemenko*Kirovograd Flight Academy National Aviation University***Modeling the Problem of Choosing an Alternate Aerodrome Based on Artificial Neural Network**

Preflight preparation of the aircraft crew is a basis of safe flight. One of the tasks to be solved during the preflight preparation includes the choice of alternate aerodromes and specification of weather conditions on them. In order to improve the preflight preparation, the aviation develops and implements computer-based systems of preflight information. It is rational to include the module of choosing an alternate aerodrome in such systems. Modern computer-based systems used for preflight planning choose an alternate aerodrome from Airport Data. However, such systems do not always allow to choose rational alternate aerodromes. In addition, they do not analyze weather conditions. So the problem of modeling the choice of an alternate aerodrome is urgent. In order to solve the set task the following was done: factors influencing the choice of an alternate aerodrome were analyzed, the model of choosing an alternate aerodrome based on an artificial neural network (that allows to estimate the aerodrome according to factors) was developed, and stages of operation of the module of the computer-based alternate airdrome choice were described.

The module operation consists of 4 stages and allows to more objectively estimate the condition of factors influencing the choice of an alternate aerodrome and choose the most suitable ones.

preflight preparation, alternate aerodrome, neural network model selection alternate aerodrome

Одержано 20.04.15

УДК 621.391.83

В.А. Бісюк, викл., О.К. Дідик, доц., канд. техн. наук, Л.В. Рибаківа, доц.

Кіровоградський національний технічний університет, kntubisuk@ukr.net

Автоматичне керування неперервно-послідовним індукційним наплавленням

Розглянуто технологічні особливості керування процесом неперервно-послідовного індукційного наплавлення зміцнюючі композиційних покриттів на деталі сільськогосподарської техніки.

Запропоновано схему апаратного забезпечення програмно-технічного комплексу для автоматичного керування неперервно-послідовним індукційним наплавленням.

неперервно-послідовне індукційне наплавлення, композиційне покриття, взаємозалежність технологічних параметрів, програмне керування

В.А. Бісюк, препод., О.К. Дідик, доц., канд. техн. наук, Л.В. Рибаківа, доц.

Кіровоградський національний технічний університет

Автоматичне керування неперервно-послідовним індукційним наплавленням

Рассмотрены технологические особенности управления процессом непрерывно-последовательной индукционной наплавки укрепляющих композиционных покрытий на детали сельскохозяйственной техники.

Предложена схема аппаратного обеспечения программно-технического комплекса для автоматического управления непрерывно-последовательной индукционной наплавкой.

непрерывно-последовательная индукционная наплавка, композиционное покрытие, взаимозависимость технологических параметров, программное управление

Постановка проблеми. Одним з головних напрямків розвитку машинобудування є розробка і впровадження засобів, які дозволять підвищити термін