

**КОГНИТИВНИ СПОСОБНОСТИ И ЛЕТАТЕЛНИ УМЕНИЯ:  
ПРАКТИЧЕСКО ПРИЛОЖЕНИЕ НА КОМПЮТЪРНА  
МЕТОДИКА WOMBAT ПРИ ПОДБОР НА КАНДИДАТИ  
ЗА ПЪРВОНАЧАЛНО ЛЕТАТЕЛНО ОБУЧЕНИЕ**

Елена Пенчева\*

**COGNITIVE ABILITY AND PILOT APTITUDE : PRACTICE EFFECTS  
ON THE COMPUTER-BASED TEST WOMBAT FOR SELECTING  
THE CANDIDATES FOR AB-INITIO FLIGHT TRAINING**

Elena Pentcheva

Application of computer based methods WOMBAT – Situational Awareness and Stress Tolerance Test, which determinate a complex operator's ability. We make psychological selection the 172 candidates for ab-initio flight training from the Technical University of Sofia. After analyzing the results of the experimental matter, criteria and norms for valuation in practice, have been worked.

*В света има много добри пилоти. При тези, които летят редовно, работното изпълнение е стандартно и стабилно... Различията между тях се разкриват при появата на сложна и опасна ситуация или след преживян стрес. Проблемът е да се разкрият тези различия рано при подбора и обучението.*

*Stanley Roscoe, 1980*

След Втората световна война и до днес учените се стремят да разработят възможно най-прогностичните психологически методи за подбор на кандидати за летателно обучение. Този първоначален и основен момент от работата на авиационните психолози е тясно свързан с бъдещото развитие на пилотите, минавайки през обучението, реализацията в професията и най-важното, осигуряване на безопасна летателна дейност.

\* Елена Пенчева – и. с. I. ст., Транспортен Медицински Институт – София, Лаборатория по авиационна психология и безопасност на полетите.

Психолозите са разработили прецизен инструментариум за изследване на интелекта, с който описват и оценяват качествата на отделната личност. За съжаление има по-малки успехи при разкриване на способностите за управление на самолети или управление на въздушното движение. Много трудно е да се предвиди как ще реагира един оператор в ситуация на криза, както се случва с летателните екипажи и ръководителите на полети. Обикновено, операторите притежават необходимите умения и знания за справяне с такава ситуация, но не винаги успяват да ги съчетаят и ефективно да ги използват при нужда.

Традиционните тестове за летателни способности не отчитат факта, че перформанса или работното изпълнение на сложна операторска дейност не е прост сбор от отделните индивидуални качества. Методиките за подбор, обикновено, включват различен брой тестове, разкриващи степента на развитие на отделни психични качества, свързани с пилотирането. Те са били развивани в посока на изследване на времето за реакция, качествата на кратковременната и дълговременната памет, сръчност на ръцете или двуръчна координация, пространствена ориентация и др. подобни.

Така например едно проучване направено сред страните, членки на ЕСАС, (Europien Civil Aviation Conference) относно начина и методите за подбор на ръководител полети сред 20 страни членки, показва, че се използват между 10 и 11 различни процедури. Максималният брой на прилагани тестове е 22, а минималният един и това е методът на интервюто. Интересен е и фактът, че тези, които използват така наречената „пълна скала“ на тестове при подбор, не показват висока степен на успеваемост при обучението (H. Rathje & Z. Golani, 1997).

Roscoe, 1980 отбелязва факта, че повечето методики имат умерена валидност за прогнозиране на успех в първоначалното летателно обучение, но слаба при по-нататъшното професионално развитие. Един или два от използваните тестове показват сила на предвиждане, колкото и целият набор. Следователно прилагането на всички става излишно. (Roscoe & North, 1980).

Необходимостта от валидни и прогностични методи за разкриване на операторските способности нараства с развитието на информационните технологии и автоматизацията на управлението на летателните апарати. Увеличаването на информационният поток, повишава изискванията към оператора. Все по-трудно е запазването на възможността да се следи постъпващата информация продължително време и да се взема съответното решение за управляващо действие в критични ситуации и дефицит от време. Комплекса от тези необходими качества западните психолози определят като „Situational Awareness“, т. е. ориентация в ситуация, усещане за ситуацията. Тя включва способността за активно търсене на информация, оценяване на различните възможности и приоритети и взимане на правилно решение. Roscoe, S. N., (1997).

На конференция по „Situational Awareness in Complex Systems“ проведена

в Орландо, Флорида в 1993 г. Daivid Hopkin от Royal Air Force Institute of Aviation Medicine за първи път прокарва становището, че Situational Awareness (SA) е единно, цялостно човешко качество, повече от простия сбор на отделни способности и качества. (Roscoe, 1996).

Carretta, 1996 определя понятието SA, като продължително възприемане от пилота на себе си и самолета, взаимосвързано с промените в условията на полета, появата на опасност и способността да прогнозира и изпълни задачата, основавайки се на това възприятие. Тя се открива в комплексният конструктор включващ възприятие, прогнозиране и поведение.

Секретът за по-нататъшното развитие на психологическия подбор се състои в конструирането и използването на адекватен инструментариум за диагностициране на комплексните способности за управление на съвременни летателни апарати, неговото валидизиране и висока прогностичност.

## СЕКРЕТЪТ НА WOMBAT – SITUATIONAL AWARENESS AND STRESS TOLERANCE TEST

Лабораторията по авиационна психология и безопасност на полетите към Авиотранспортна поликлиника въведе в своята работа комплексната компютризирана система **WOMBAT – CS** **Wonderous Original Method for Basic Aptitude Testing** – **Situational Awareness and Stress Tolerance Test**, разработена от Illiana Aviation Sciences и произведена и разпространявана от Aero Innovation, Inc.QC.CA. Тя надраства проучванията от 70 год. на Университета в Илинойс (Damos, 1972, 1977, Crooks, 1973; Gopher and North, 1974, Jacobs, 1976, Jacobs and Roscoe, 1980, Kraus, 1973, Kraus and Roscoe, 1972, North, 1977, North and Gopher, 1974, North, Gopher and Roscoe, 1980, Roscoe, Jensen and Gawron, 1980). Научните програми на Илинойс се развиват от анализа на изпълняваните функции от пилотите и характеристиките на летателните апарати до изпълнението на операторските задачи по пилотиране. Те създават един модел на функциите на пилотите в летателния екипаж и тези на различните системи на самолета. Когнитивната и сензомоторна дейност включват – усещане, пренос, подреждане, узнаване и действие. Вземането на решение за управляващо действие се основава на когнитивните способности, но е емоционално оцветено и се състои в избор на посоката на действие, при различни алтернативи. SA е това, което прави възможно правилното решение.

**WOMBAT** е конструиран и адресиран към измерване на комплекса от тези качества на оператора и се основава на един сценарий за изпълняване на подобни сложни операторски функции. (Roscoe, 1993). Автоматизираната програма изисква от изследвания да следи многочислени източници на информация, да подрежда и оценява възможните алтернативи, да оценява приоритетите на задачите и да подбира за изпълнение задачи с по-голям приоритет в даден

момент. За да се избегне ефектът от смесване на основните способности за летателна дейност с ефекта от предишен опит при работа с компютърни системи или пилотиране, задачите, които се включват в методиката, са непознати от реалният живот. Те са културално освободени и така подбрани, че да могат сравнително лесно да бъдат разбрани и усвоени след кратък период на упражнение, преди да бъдат комбинирани в ситуацията на изследването, което продължава до 90 минути.

### Задачите на WOMBAT

Изследваният взаимодейства с апаратурата посредством специализирано командно табло, състоящо се от два джойстика и 13 бутона. *Основната задача* включва продължително проследяване на движещи се по екрана обекти и дава информация за качествата на двуръчната координация на изследвания. Контролирането на обектите става в два автоматично сменящи се режима: 1) контрол скорост, при който скоростта и преместването на обектите зависи от степента на изместване на стиковете, а при централно положение те са неподвижни; и 2) контрол ускорение, където изместването на стиковете от централното положение определя скоростта на обектите, като те продължават да се движат със зададената скорост. В двата режима задачата е да се проследяват две цели, съответно: вертикалните страни на един променящ се по големина (уголемяващ се и намаляващ) шестоъгълник и едно кръгче, което се движи по целия екран. Когато целите се проследят перфектно едновременно, има възможност да включи един автоматичен режим. Това осигурява продължително автоматично проследяване на целите, но с променливи грешки. Когато автоматът започне да греша, той трябва да бъде изключен и коригиран, като съществува определен период от време на задължително ръчно проследяване. Задачата е достатъчно затрудняваща в контрол скорост и моделира стресова ситуация и невъзможност за справяне. Изследваният получава обратна информация за собственото си изпълнение, стойността на задачата и грешките на автомата, при проследяването от един дисплеен индикатор, който винаги стои на екрана в горния ляв ъгъл. Изпълнението намалява в зависимост от степента на пропускане на целите и трябва непрекъснато да се следи за корекции, докато субектът е ангажиран с допълнителна дейност. Автоматичният режим позволява на изследвания сам да се натоварва, изпълнявайки някоя от три допълнителни задачи, които му носят още точки и повишават крайния му резултат. Докато работи с някоя от допълнителните задачи, няма възможност да наблюдава елементите на основната задача за проследяване, а може да съди за състоянието на автомата само по индикатора за основната задача. Всяка от допълнителните задачи е ограничена за изпълнение във времето в рамките на 60 сек, като един часовник в десния горен ъгъл на екрана отброява секундите.

До него е представен индикатор за нивото на изпълнение на допълнителната задачата и нейната стойност.

### Допълнителни „Bonus“ задачи

Първата от допълнителните задачи се нарича *Въртяща се фигура*. Две триизмерни фигури трябва да бъдат сравнени, дали са еднакви една на друга, огледални или имат някакви разлики. За да извърши сравнението, работещият има възможност да завърта всяка фигура поотделно с помощта на двата джойстика. Също така той трябва да посочи и степента на сигурност в отговора си. Методиката изследва способността за пространствено образно мислене и степента на увереност или хазартна нагласа.

Втората задача се нарича *Местоположение в квадрант*. На екрана са разположени под някакъв модел числата от 1 до 32 в четири номерирани квадранта. Задачата е във възходящ ред, от 1 към 32, да бъде открито всяко число и да се натисне номерът на квадранта, в който се намира. Това води до неговото изключване. Всеки модел се променя с по-труден след неговото научаване и с нарастване на резултата. Разкрива възможностите за мислено разпознаване на модели и качества на вниманието, като превключване и разпределение.

Третата задача е *Изключване с две назад*. Отделни едноцифрени числа се появяват на екрана през интервали от няколко секунди, като изследваният трябва да изключи със съответния бутон от командното табло числото, което се е появило с две назад, т. е. изисква отговор в нереално време. Изследва качествата на оперативната памет. Задачата е едновременно досадно отегчителна и фрустрираща.

За да покаже добри резултати от цялостната си работа, изследваният трябва да мониторира и управлява добре информацията, която получава от периферните индикатори, запазвайки високо равнище на вижиланс и сменяйки приоритетите на дейност в зависимост от индикаторите за тяхната потенциална стойност и текущите нива на резултати, които постига. Необходимо е своевременно откриване на индикации за съответни пропуски или неуспехи, които се нуждаят от незабавна намеса и корекция и бързо преминаване от една дейност към друга.

Измерването на изпълнението се записва на всеки 10 мин. период, като включва предвиден краен резултат, общ бонус резултат и резултати по отделните задачи. Получената крива на изпълнение показва възможностите за обучаемост на кандидата, стабилност или нестабилност на изпълнението в зависимост от устойчивостта на стрес или фрустрация при неуспехи, устойчивост на вижиланса и уморяемост в края на изследването.

При въвеждането на системата първоначално направихме превод на цяла-

та инструкционна фаза на български език и я апробирахме сред 32 кандидати за летателно обучение в изпълнение на съкратен 30 мин. вариант. Получените резултати показаха висока степен на корелация 0.83 при  $p < 0,05$  с резултати от прилагането на методиката в други страни (D. O'Hara 1997).

### Обект на експеримента

Приложихме пълния 90-минутен вариант на изследване при 172 кандидати за летателно обучение – студенти втори курс на Техническият университет София. Всички са преминали първоначален изпит при кандидатстването си във ВУЗ, при който са били оценени техните математически знания и способности. Изследваните лица са между 18 и 25 годишна възраст, като 5 са от женски пол. Следователно изследваната група е сравнително хомогенна и не може да се предполага наличието на възрастови и образователни различия. Претенция за полови различия не може да се направи поради малкия брой на жените.

### РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Първоначално построихме хистограма на получените резултати по отделните скали на четирите задачи. Получените графики показват леко изтегляне на кривата на разпределение от нормалната вдясно т. е. към горната граница. Най-близо до нормалното разпределение е задачата за пространствено образно мислене – Въртяща се фигура.

Изчислихме медианата и стандартното отклонение на получените резултати по отделните скали, както следва:

Задачи	Std.Dev	Mean
Проследяване	18,09	182,3
Проследяване %	6,76	92,3
Въртяща се фигура	5,35	16,3
Местоположение в квадрант	3,59	17,2
Изключване с две назад	5,97	25,3
Общ бонус резултат	13,61	58,8
Краен резултат	30,26	241,4

Направеният статистически анализ на постигнатите крайните резултати с програма SPSS for Windows показва резултат Std err-3.591 Mode-229.800, Varidnce-951.674, Range-161.500. Направи се и корелационен анализ между

отделните методики и скали, при степен на значимост  $p < 0,05$  се установиха следните корелационни зависимости:

ЗАДАЧИ	- 1 -	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	- 6 -	- 7 -	- 8 -
1. проследяване	1	.968	.420	.435	.513	.698	.937	.924
2. прослед. %	.968	1	.400	.426	.498	.676	.907	.887
3. 3-Д фигури	.420	.400	1	.119	.161	.658	.570	.537
4. квадранти	.435	.426	.119	1	.133	.517	.512	.513
5. две назад	.513	.498	.161	.133	1	.754	.673	.603
6. общ доп. р-т	.698	.676	.658	.517	.754	1	.904	.843
7. общ р-т	.937	.907	.570	.512	.673	.904	1	.962
8. краен р-т	.924	.887	.537	.513	.603	.843	.962	1

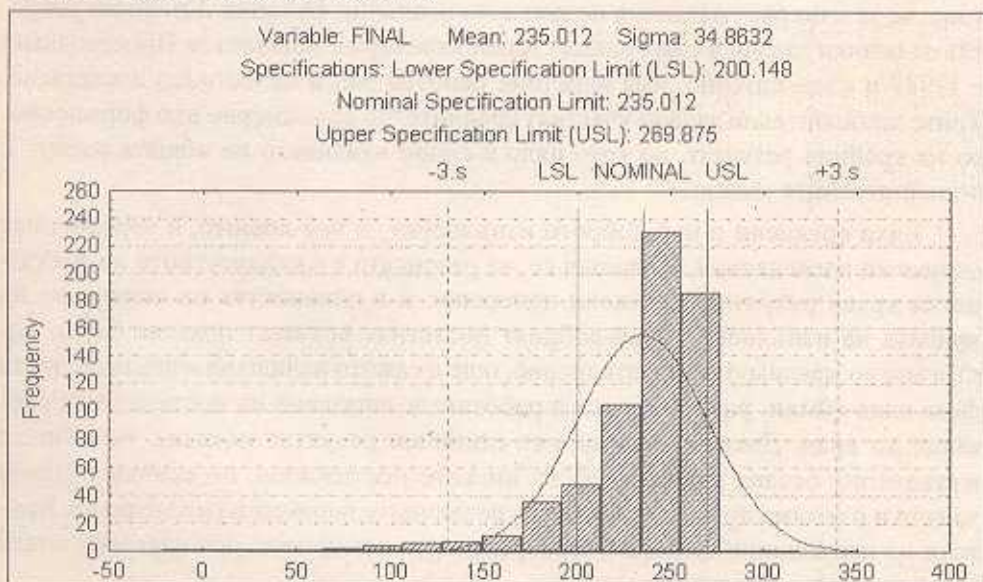
Анализът на резултатите показва, че задачата за откриване на закономерности и качества на вниманието се явява най-трудна за изпълнение и има най-малък дял в общия бонус резултат. Това се потвърждава от резултатите, постигнати от D. O'Nara (1997), че само за способността за разпознаване на модели се изчисляват статистически значими изменения. Докато задачата за оперативна памет има най-голям дял и изследваните показват най-голяма успеваемост. Липсата на значими корелации между трите допълнителни задачи е индикатор за това, че те измерват различни независими психични функции. Крайният резултат от всички задачи в най-голяма степен корелира с задачата за Проследяване – 0.937 и следователно, има наистина основен дял в цялостното изследване. Трите допълнителни задачи участват сравнително равномерно във формирането на крайния резултат, но като цяло е силно влиянието на общата работа с допълнителните задачи.

Бяха сравнени и най-доброто изпълнение, и най-лошото, и усредненият от всички изследвания. Установи се, че разликата е в количеството на достигнатия краен резултат в точково измерение и в плавността на покачване на кривата на изпълнение. Най-добрият постигнат резултат показва бързо достигане до максимума на изпълнение, още в самото начало на изпълнителната фаза след 10мин, равномерност в работата и запазване на постигнатите равнища до края. Докато най-слабият единичен резултат показва, че общото изпълнение остава в границите на ниските постижения, по всички отделни задачи и с голяма променливост през различните периоди на изследване. Кривата на изпълнение се характеризира с неравномерност, без изразено плато на достигнато изпълнение.

Средната крива на изследваните показва най-характерната картина, а именно – постепенно подобряване на цялостното изпълнение и повишаване на резултатите по отделните задачи и достигане максимума на изпълнение около 40 минути на изпълнение. Roscoe цитира проучване на Debra Bruce, която прилага 90 минутния вариант на WOMBAT при 17 студента от George Mason University и установява достигане на еднообразие в нарастването на резултатите от изпълнението около 4-тия и 5-тия 10 минутен интервал. При ре-теста установява нарастване само при 6 % при резултатите, получени след първите 30 мин. Следователно методиката може да се използва и в съкратен вариант (при първоначално изследване), но не по-кратък от 45 мин, което осигурява достигане до максимума на изпълнение, за средно статистическа извадка и дава възможност за сравняване с нормативни критерии.

При анализа на конкретни резултати от изследванията се забелязва при някои срив на изпълнението (т. е. по-слаби резултати) по всички отделни задачи в един и същ момент. Някои успяват да възстановят работата си, а други – не. Това би могло да се обясни с неуспех или несправяне с някоя от отделните под задачи, което се е отразило на цялостното изпълнение за определен период от време. Това е индикатор за неустойчивост на стрес и фрустрация. При други се забелязва спад в изпълнението към края на изследването (последните 10 или 20 мин), което може да се свърже с настъпване на умора или отегчение.

С помощта на Метода на сигмалните отклонения бяха установени границите за оценяване на получените резултати при български условия. При Mean=241,363 Sigma=30,260 (вж. фиг. 1).



Фиг. 1. Референтни стойности на крайните резултати на WOMBAT



- под Lower Specification Limit – слабо изпълнение, кандидатите могат да се смятат за неподходящи

- от Lower Specification Limit до Nominal Specification Limit – в границите на средно и добро изпълнение – подходящи са, но след допълнително изследване и уточняване

- от Nominal Specification Limit до Upper Specification Limit – много добро – подходящи за летателно обучение

- над Upper Specification Limit – отлично изпълнение – изключително подходящи за летателно обучение

С Метода на перцентилите определихме по-точни критерии за оценка на крайните резултати по шестобалната скала с точност до 50 стотни. За диференцирана оценка бяха взети следните перцентили и техните стойности:

перцентил	стойност	перцентил	стойност	перцентил	стойност
12.50	204.113	25.00	231.650	37.50	243.737
50.00	250.933	62.50	256.375	75.00	260.175
87.50	266.788				

С помощта на Метода на сигмалните отклонения се определиха и референтни стойности на резултатите от отделните методики и скали, които могат да се ползват при по-диференциран анализ на цялостното изпълнение.

Задачи	LSL		NSL		USL	
	краен	единичен	краен	единичен	краен	единичен
Следене	164,21	18,2	182,3	20,25	201,2	22,33
Следене %	85,54		92,3		99,06	
Върт. фиг.	10,95	1,22	16,3	1,81	21,65	2,40
Квадранти	13,61	1,51	17,2	1,91	20,79	2,31
Две назад	19,33	2,14	25,3	2,81	31,27	3,47
Общ бонус	45,19	5,02	58,8	6,53	72,41	8,04
Краен р-т	211,3	23,45	241,36	26,8	271,62	30,18

Получените резултати от работата ни с WOMBAT се потвърждават и от други автори. Например David O'Hara (1997) прави сравнение между резултатите от изпълнението на WOMBAT при 14 елитни пилота (международни състезатели по безмоторно летене), група от професионални пилоти с продължител-

лен летателен стаж и контролна група от хора несвързани с летателната професия, но със близък социален и образователен ценз. Получените резултати са близки до нашите и показват, че 62 % от елитните пилоти имат резултати над 250 точки и никой под 200. Само един от групата на опитните пилоти има над 250 точки и двама имат под 200. Никой от контролната група не успява да достигне над 250 точки и 75 % са под 200 точки. Този резултат от една страна доказва, че методиката наистина измерва търсените качества, които се откриват при елитни пилоти. От друга страна, потвърждава изработения критерий за оценка на резултатите, като трябва да се отбележи, че при нас те са дори по-високи, поради постигнатите по-високи единични резултати. Това потвърждава необходимостта от задължително изработване на собствен норматив за оценка.

Едно проучване на Dr. Diane T. Hyland, 1997 от Lehigh University Bethlehem, Pennsylvania сред 40 пилота на Бо727 на възраст от 42 до 71 г. установяват значима корелация между изпълнението им на WOMBAT и подбрани тренажорни задачи, като изпълнението на възрастните пилоти е значително по-лошо, отколкото на тренажор.

Cathy D. Emery and Dr. D. Holding, 1997 правят сравнение между изпълнението на WOMBAT при 20 пилота от международна търговска авиокомпания и 20 студента от колеж преминали курс по психология. Установяват, че действащите пилоти показват по-добри резултати на цялостно изпълнение и особено при задачата за следене. Достигат по-бързо максимума си на изпълнение, около 30 мин, докато студентите чак след 40 мин. Освен това при тях се наблюдава спад към края на работния период, за разлика от пилотите, които задържат изпълнението си на високо равнище.

## ИЗВОДИ

Анализът на резултатите показва, че като цяло задачите, включени в комплексната методика, изследват независими психологически конструкти, като крайният резултат зависи от умелото изпълняване на всички задачи и управление на цялостната ситуация. Наличието на необходими за летателната професия способности се свързва с плавността на кривата на изпълнение, бързото достигане на максимума и задържане без съществени колебания. Всяко едно пропадане на изпълнението е индикатор за настъпил негативен процес. Този показател е изключително важен за летателната дейност. Следователно, трябва да се прави много внимателен цялостен анализ на всички получавани резултати, а не само на крайните такива.

Методиката може да се използва и в съкратен, но не по-кратък от 45 мин, което осигурява достигане до максимума на изпълнение, за средно статистическа извадка и дава възможност за сравняване с нормативни критерии.

Освен това споделяният с авторите на методиката, установен от нас факт

за преобладаване на високите резултати (изтеглянето на кривата на изгълнение вдясно от нормалата на разпределение) доведе до въвеждането на някои корекции в сценария, в посока на неговото усложняване.

По нататъшната валидизация на теста в търсене на степента на нейната прогностичност е въпрос за бъдеща разработка, тъй като изследвани с WOMBAT лица са в началната фаза на тяхното летателно обучение и е необходимо да се натрупа необходимият материал за обективизиране на тяхното професионално развитие, тъй като за български условия не може да се приложи критерият pass/fail, поради факта, че досега няма отпад на пилоти при обучение.

## ЛИТЕРАТУРА

- Carreta T.R., D.C. Perry and M.J. Ree* Prediction of Situational Awareness in F-15 Pilots, The International Journal of Aviation Psychology Vol.6,1,1996 pp 21-41
- Daivid O'Hara* Cognitive Ability Determinants of Elite Pilot Performance in Human Factors, University Otago, New Zealand 1997, 39 (4), 540-552
- Damos, D.L.* Cross-Adaptive Measurement of Residual Attention to predict Pilot Performance (TR ARL-72-25/AFOSR-72-12) 1972 Savoy, IL. University of Illinois at Urbana - Aviation Research Laboratory
- Damos, D.L.* Development and Transfer of Timesharing Skills (TR-ARL-77-11/AFOSR-77-10) Ph.D dissertation, University of Illinois at Urbana - Champaign, 1977
- Dolgin, D.L. and G.D. Gibb* Personality Assessment in Aviation Selection In Ed. By R.S. Jensen Aviation psychology. 1989, GPCL, USA (pp 288-321)
- Gopher, D. and R.A. North*, The Measurement of attention capacity through concurrent task performance with individual difficulty levels and shifting priorities. Proceedings of Human Factors Society-18<sup>th</sup> Annual Meeting. 1974 Santa Monica, CA: Human Factors Society
- Jacobs, R.S. and Roscoe, S.N.* Simulator cockpit motion and the transfer of flight training. In Aviation Psychology Ed by S.N. Roscoe (pp 204-216), 1980, Ames IA: Iowa State University Press.
- Rathje H. & Z. Golant* Current issues on selection tools for ATCO selection in Proceedings of the Ninth International Symposium on Aviation Psychology, April 27 - May 1, 1997 Ohio State University Columbus OH 43210 Vol.1 p 155 )
- Roscoe, S.N. & North*, Prediction of pilot performance. In Aviation Psychology (pp 127-133) 1980 Ames IA: Iowa State University
- Roscoe, S. N.* Predicting and Enhancing Flightdeck Performance in Draft of a chapter to appear in *Aviation Training: Pilot, Instructor and Organization*, Ed by Ross Telfer and Phil Moore of University of Newcastle, Australia)
- Roscoe, S.N., Jensen, R.S. and Gawron, V.J. (1980)* Introduction to training systems. In S.N. Roscoe (Ed) Aviation Psychology (pp 173 - 181 ) Ames IA: Iowa State University
- Roscoe, S.N., Louis Corl, LaRoche, J.* Predicting Human Performance 1977 Helio Press Inc. Ca