

**ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ
Η ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΝΑΝΤΙΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΦΑΝΤΑΣΙΑ**

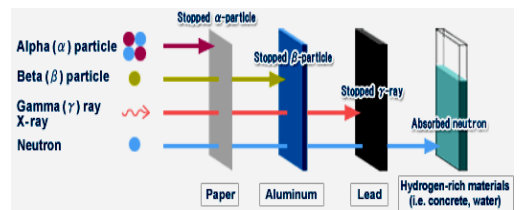
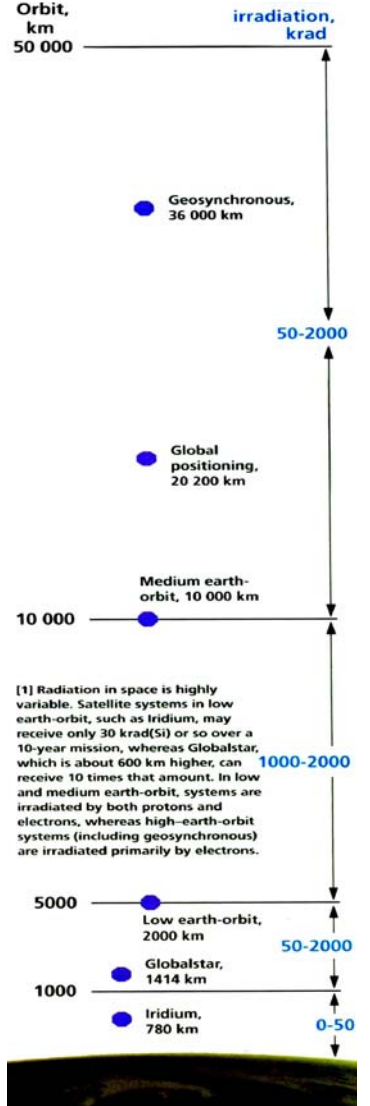
Στέφανος Θ. Τσιτομενάς, δρ. Φυσικός, Ηλεκτρονικός & Ραδιοηλεκτρολόγος, Ομότιμος καθηγητής ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ
Αντιπρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, e-mail ssit@puas.gr

Η κατάκτηση του διαστήματος με επανδρωμένες διαπλανητικές αποστολές μεγάλης διάρκειας και με τεράστιες ταχύτητες είναι προσδοκίες που ανήκουν στο πλαίσιο της επιστημονικής φαντασίας. Έτσι μετά από την επιβεβαίωση των περιφημων μυθιστορημάτων του Jules Verne, είναι πρόκληση ή/και καθήκον η παράθεση της πραγματικότητας, μέσα από τα φυσικά δεδομένα, σε όσα αναφέρει η λογοτεχνία της επιστημονικής φαντασίας, για αποικίες στο ηλιακό σύστημα και επανδρωμένες διαστημικές δραστηριότητες με ταχύτητες φωτός. Στο πλαίσιο αυτό πρέπει να αναφερθούν οι αναμενόμενες επιδράσεις των ιονίζουσών ακτινοβολιών στο διάστημα και οι εφαρμογές των συναφών αρχών βιολογικής ή/και λειτουργικής ασφάλειας. Διότι οι διαστημικοί φορείς μπορεί να στέλνουν πολλούς ανθρώπους γύρω από τον πλανήτη μας και πλήθος από μη-επανδρωμένες διαστημοσυσσκευές πολύ μακριά από την Γη, αλλά καθυστερούν την συγκρότηση σεληνιακής βάσης και την αποστολή ανθρώπων στον Άρη, σαν την συνέχεια των επανδρωμένων σύντομων σεληνιακών αποστολών, που έγιναν τα έτη 1968-1972. Στην ανασταλτικότητα αυτή συντείνει και η αυξημένη επικινδυνότητα των μακροχρόνιων διαστημικών δραστηριοτήτων που οφείλεται στις ισχυρές ηλιακές, γαλαξιακές και κοσμικές ιονίζουσες ακτινοβολίες και επιβάλλει την λήψη μέτρων ασφαλείας στα πλαίσια περιοριστικών κανόνων, αφού είναι τεκμηριωμένες και αναμενόμενες κάποιες επιβλαβείς βιολογικές και λειτουργικές επιδράσεις.

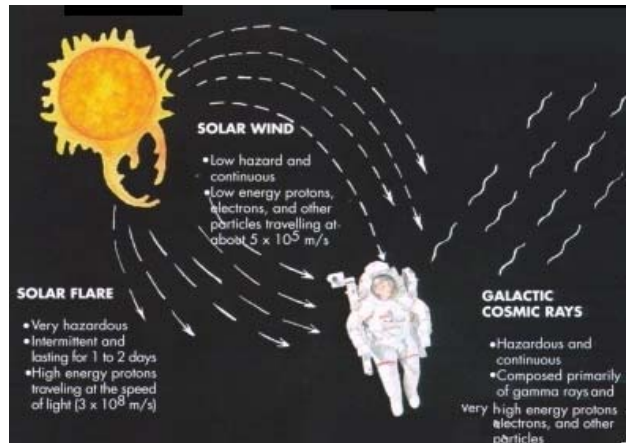
Η γήινη ατμόσφαιρα και το γεωστατικό μαγνητικό πεδίο, λειτουργώντας προστατευτικά, μειώνουν τις εντάσεις αυτών των ισχυρών διαστημικών ακτινοβολιών, οι οποίες αυξάνουν σημαντικά με το υψόμετρο (βλ. διπλανό σχήμα), με αποτέλεσμα την αυξημένη πιθανότητα για επιβλαβείς συνέπειες στην λειτουργία ή αξιοπιστία των ιπτάμενων ηλεκτρονικών μηχανημάτων και στην υγεία των αεροδιαστημικών πληρωμάτων. Έτσι μακριά από αυτές τις πλανητικές ασπίδες η έκθεση αστροναυτών στην ιονίζουσα ακτινοβολία, μέσα στο σκάφος, θα αυξηθεί σε 1,8mSv/ημέρα περίπου. Η τιμή αυτή είναι πολύ υψηλή και αντιστοιχεί στην μέση ετήσια έκθεση των ανθρώπων στην γήινη επιφάνεια. Πρέπει όμως να προβλεφθεί ότι μέσα σε λίγα λεπτά διαστημικής πορείας μπορεί να αλλάξουν ραγδαία ο τύπος και η ένταση της ιονίζουσας ακτινοβολίας με καταστροφικές συνέπειες για την επανδρωμένη αποστολή. Τυπικό παράδειγμα είναι η τεράστια ηλιακή έκλαμψη του Αυγούστου 1972 που είχε θανατηφόρες τιμές ακτινοβολίας, η οποία ευτυχώς συνέβη στο μεσοδιάστημα μεταξύ των σχετικά ριψοκίνδυνων σεληνιακών αποστολών Apollo 16 (Απρίλιος) & Apollo 17 (Δεκέμβριος). Δυστυχώς η Σελήνη δεν έχει ατμόσφαιρα και ο Άρης έχει πολύ αραιή, ενώ ούτε έχουν ισχυρό μαγνητικό πεδίο που θα κρατούσε μακριά από την επιφάνεια τα φορτισμένα σωμάτια του ηλιακού ανέμου σε αντίστοιχες ζώνες Van Allen. Έτσι οι εντάσεις της προσπίπτουσας ακτινοβολίας δεν μειώνονται όπως στην Γη, οπότε η παρατεταμένη διαμονή ανθρώπων στην επιφάνεια τους απαιτεί και τις αντίστοιχες θωρακίσεις.

Είναι δεδομένο ότι στην αεροπορία και στα διαστημικά η τρωτότητα στις ακτινοβολίες των ανθρώπων και των ηλεκτρονικών οδηγεί σε ανάλογα μέτρα ασφάλειας με βάση τον συνδυασμό των αρχών συνετή αποφυγή-ακτινοπροστασία. Οι αρχές αυτές έχουν επιβάλει, τόσο την πραγματοποίηση επανδρωμένων πτήσεων περιορισμένης διάρκειας σε υψόμετρα έως 500Km, για να μην εκτίθενται συνεχώς στις έντονα ραδιενεργές ζώνες Van Allen της Γης, όσο και την εντατικοποίηση της έρευνας-ανάπτυξης, για ηλεκτρονικά αυξημένης ατρωσίας και για κατάλληλες θωρακίσεις του εξοπλισμού και των πληρωμάτων. Τίποτα δεν πρέπει να θεωρείται ότι είναι ασφαλές στις διαστημικές δραστηριότητες, εάν δεν έχει δοκιμαστεί ότι αντέχει ή ότι έχει θωρακιστεί ή γενικά ότι δεν είναι τρωτό σε κάποιες ακραίες δόσεις ακτινοβολίας. Παραδείγματα τεκμηριωμένων συνεπειών, μετά από την έκθεση σε ισχυρή ιονίζουσα ακτινοβολία, είναι η βαρύτερη επίδραση της ακτινοβολίας στους νέους και στις γυναίκες έναντι των ανδρών που περιορίζει την συμμετοχή των γυναικών μόνο σε αποστολές μικρής διάρκειας, αλλά και η αντίστροφη σχέση της ηλικίας με την πιθανότητα καρκινογένεσης που οπωσδήποτε αποκλείει τους νέους ανθρώπους από κάθε μακροχρόνια αποστολή, όπως επίσης και το γεγονός ότι είναι αναπόφευκτη η μόνιμη έκθεση του διαστημοπλοίου σε δεισδυτικές ιονίζουσες ακτινοβολίες (νετρόνια, ακτίνες γ κλπ) που πρέπει να αναμένεται ότι θα προκαλέσουν ραδιενεργό μόλυνση των τροφίμων και των φαρμάκων του σκάφους, όταν αυτό δεν θα μπορεί να επιστρέψει άμεσα στην Γη ή στην βάση του.

Τόσο το ηλεκτρικό & το μαγνητικό πεδίο, όσο και τα διαστημικά υλικά αλουμίνιο, νερό και υγρό υδρογόνο, μπορούν να προσφέρουν περιορισμένη θωράκιση στις επανδρωμένες αποστολές, ενώ οι ασπίδες από μόλυβδο και τσιμέντο που χρησιμοποιούνται στις επίγειες θωρακίσεις, αποκλείονται λόγω της μεγάλης ατομικής μάζας που αυξάνει πάρα πολύ την αδράνεια του σκάφους. Αυτό επιβάλλει την έντονη έρευνα & ανάπτυξη, για να εφευρευθούν, είτε κάποια ελαφρά ειδικά υλικά (νανοτεχνολογία κλπ) ικανά να θωρακίσουν τα διαστημόπλοια και το περιεχόμενο τους (εξοπλισμός, πληρώματα κλπ), είτε και για τα παραχθούν διαστημικά ηλεκτρονικά με αυξημένη ατρωσία. Πλην όμως τα μέχρι τώρα αποτελέσματα είναι σημαντικά, αλλά δεν έχουν επιφέρει ακόμη τις αναμενόμενες επαναστατικές βελτιώσεις για αποστολές μακριά από την Γη.

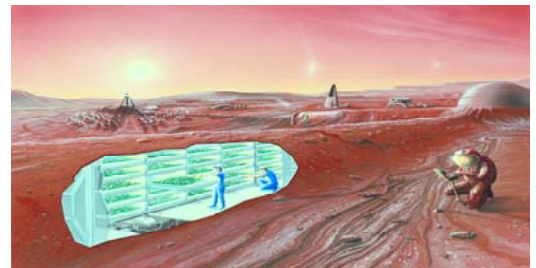


Με βάση τις εκτιμήσεις και τα όρια της NASA, η έκθεση των πληρωμάτων στην ακτινοβολία του διαστήματος, δεν πρέπει να συνεπάγεται αύξηση μεγαλύτερη από 3% του κινδύνου θανάτου από καρκίνο στο 95% των αστροναυτών. Η προσέγγιση αυτή οδηγεί σε περιορισμούς που εξαρτώνται από την ηλικία και το φύλο. Οι εκτιμήσεις, καταλήγουν σε διαφορετικές χρονικές διάρκειες οριακής παραμονής στο διάστημα. Για παράδειγμα η τριαντάχρονη γυναίκα αστροναύτης έχει μέγιστη επιτρεπόμενη διάρκεια αποστολής (δηλαδή συνεχούς έκθεσης) τις 54 ημέρες και ο άνδρας τις 91 ημέρες, ενώ μια πενήνταπεντάχρονη μπορεί να εκτεθεί επί 159 ημέρες και ο άνδρας 268 ημέρες. Υπάρχουν βέβαια και οι εθελοντικές υπερβάσεις από Ρώσους κοσμοναύτες, για την εξαγωγή πορισμάτων της διαστημικής ιατρικής, με τον γιατρό Valeri Polyakov να κατέχει το ρεκόρ συνεχούς παραμονής για περισσότερο από 14 μήνες το 1994-1995 (437 ημέρες & 18 ώρες), με έκθεση περίπου 0,2mSv/ημέρα μέσα στον διαστημικό σταθμό MIR σε χαμηλή γήινη τροχιά, για να μην εκτίθεται συνεχώς στις ζώνες Van Allen. Ενώ σε προηγούμενη αποστολή το 1988 είχε παραμείνει σε παρόμοια τροχιά επί 240 ημέρες. Με βάση αυτά, κάθε αποστολή στον Άρη θα είναι μια πολύ ριψοκίνδυνη περιπέτεια, όπως συνοψίζει και η Διαστημική Επιτροπή των ΗΠΑ «Με την διαθέσιμη τεχνολογία & χωρίς ανάλογες επενδύσεις σε πόρους, ο Άρης δεν είναι εύκολος τόπος για επισκέψεις».



Όσο η τεχνολογία μπορεί και βελτιώνει την διαστημική πρόωση, τόσο αναδεικνύεται και ένα πρόσθετο πολύ σημαντικό ζήτημα, σχετικό με την αυξημένη ταχύτητα των διαστημοπλοίων που είναι και η πιο σημαντική παράμετρος των επιδράσεων της ακτινοβολίας. Διότι η μεγάλη ταχύτητα μπορεί θεωρητικά να μειώνει την διάρκεια του ταξιδιού και την αντίστοιχη ολική έκθεση στην ακτινοβολία, πλην όμως η αυξημένη κινητική ενέργεια των μορίων του σκάφους, του εξοπλισμού και του πληρώματος, θα επιφέρει περισσότερο βλαπτικές επιπτώσεις από τις συγκρούσεις (collisions) με τα σωματίδια και τα φωτόνια των γαλαξιακών και των κοσμικών ακτινοβολιών. Η εμπειρία από την λειτουργία των μεγάλων επιταχυντών (LHC στο CERN κλπ), επιβάλλει την απαγόρευση εισόδου του προσωπικού στις περιοχές τέτοιων συγκρούσεων με λίγα σωματίδια, ακόμη και για ώρες μετά το πείραμα, μέχρι να επανέλθει η ακτινοβολία σε ανεκτές τιμές. Οπότε τόσο η πρωτογενής γαλαξιακή/κοσμική, όσο και η δευτερογενής ακτινοβολία μέσα στο σκάφος από τα προϊόντα των συγκρούσεων, μπορεί να καταστρέψουν τμήματα της ηλεκτρονικής υποδομής, να καταστήσουν ραδιενεργό τον εξοπλισμό, τις ενδυμασίες & τρόφιμα και οπωσδήποτε να βλάψουν ανεπανόρθωτα την υγεία του πληρώματος.

Οι επανδρωμένες βάσεις στην Σελήνη και στον Άρη πρέπει να είναι υπόγειες, για την προστασία των αποστολών από την προσπίπτουσα και από την εδαφική ακτινοβολία. Ενώ η πέραν του εξαμήνου παραμονή στην μικρο-βαρύτητα κατά την διάρκεια του ταξιδιού και πολύ περισσότερο η διαμονή σε ένα ουράνιο σώμα με αρκετά μικρότερη βαρύτητα από την Γη (Σελήνη, Άρης κλπ), θα προκαλέσει στα πληρώματα δυσκολία έως και αδυναμία επιστροφής και επαναπροσαρμογής στην βαρύτητα της Γης. Δηλαδή θεωρητικά και πρακτικά είναι προτιμότερο οι σχεδιασμοί των αποστολών να περιλαμβάνουν και την μετάβαση χωρίς επιστροφή. Αυτό βέβαια σημαίνει μια τέλεια αλλαγή στην νοοτροπία και στην εκπαίδευση αυτών των αστροναυτών και φυσικά μια βάση με άριστη επιμελητεία και αυτοματισμούς που πρέπει να έχει υλοποιηθεί στο ουράνιο σώμα πριν από την αποστολή ανθρώπων. Δηλαδή τελικά πολλές μη-επανδρωμένες αποστολές με τεράστιο κόστος.



Τα κυριότερα λάθη που οδηγούν σε καταστροφές είναι: -Η αποδοχή επιπόλαιων απόψεων, για δήθεν κατάκτηση του διαστήματος ή για ασύλληπτες ταχύτητες ταξιδιών. Ενώ ο εξοπλισμός και τα πληρώματα αντιμετωπίζουν ανυπέρβλητα προβλήματα από τις έντονες και απρόβλεπτα θανατηφόρες ακτινοβολίες ακόμη και με τις σχετικά μικρές κοσμικές ταχύτητες. -Η αντίληψη ότι η τεχνολογία θα επιτρέψει τις αποστολές ανθρώπων στα γειτονικά ουράνια σώματα. Ενώ απαιτείται βασική έρευνα για επαναστατική θωράκιση & μετακίνηση. -Οι ριψοκίνδυνες και «ηρωικές» αποστολές στην Σελήνη και ιδίως στον Άρη, χωρίς την ανάπτυξη αποτελεσματικών θωρακίσεων και ασπίδων, ώστε να αυξηθεί και η ταχύτητα, για να διαρκεί δύο έως τρεις μήνες κάθε αποστολή.

Συμπερασματικά η επιστημονική φαντασία των συγγραφέων για τα διαστημικά ταξίδια του ανθρώπου, απέχει πάρα πολύ από την πραγματικότητα. Διότι με την υπάρχουσα διαστημική τεχνολογία είναι πολύ κοντά ο θρίαμβος από την πανωλεθρία. Έτσι η ανθρωπότητα, αφού σπουδάσει τις συνθήκες των ταξιδιών μακριά από την Γη και αναπτύξει την επαρκή μεθοδολογία, ίσως καταφέρει να πραγματοποιεί αποστολές με αυξημένη ασφάλεια και πιθανότητα επιβίωσης. Τέτοια κολοσσιαία επιτεύγματα απαιτούν χρόνο, χρήμα και επαναστατικές λύσεις για να πραγματοποιηθεί το πρακτικά αδύνατο. Είναι όμως υποχρέωση της επιστήμης και των διαστημικών φορέων να λύσουν το πρόβλημα. Διότι εάν συμβούν μεγάλες πλανητικές καταστροφές, δεν μπορεί να επιβιώσει ο πολιτισμός μας και ίσως η ίδια η ανθρωπότητα. Επομένως οι επανδρωμένες αποστολές στον διαπλανητικό χώρο, μετά από την κατάλληλη αντιμετώπιση της διακινδύνευσης από τις ακτινοβολίες, δεν αφορούν μόνο την πρόοδο στις διαστημικές επιστήμες. Είναι επίσης πολύ σημαντικές και σε μακροχρόνια βάση, διότι δεν θα εμποδίζεται η επιβίωση της ανθρωπότητας σε περίπτωση μεγάλων πλανητικών καταστροφών. Για όσους νομίζουν ότι είναι απίθανη μια τέτοια περίπτωση, αρκεί η χαρακτηριστική υπενθύμιση της ολοκληρωτικής εξαφάνισης των δεινοσαύρων, μετά από την πρόσκρουση στην Γη ενός μικρού αστεροειδή ή κομήτη που τίποτα δεν αποκλείει την πιθανότητα να επαναληφθεί. Ενώ άλλες σημαντικές απειλές είναι ότι ήδη διανύουμε την περιβαλλοντική βλάβη του πλανήτη μας από την επιτάχυνση της υπερθέρμανσης μέσα από το φαινόμενο θερμοκηπίου, όπως και ότι τίποτα δεν μπορεί να αποκλείσει κάποιον ανόητο χημικό ή βιολογικό ή πυρηνικό πόλεμο που μπορούν να εξαπολύσουν τα ελάχιστα πρόσωπα που αποφασίζουν για τα οπλοστάσια αυτά. Δηλαδή πρέπει άμεσα να δώσουμε προτεραιότητα στην έρευνα και ανάπτυξη πρακτικών λύσεων, για την δημιουργία τουλάχιστον μιας αποικίας ή ενός πυρήνα επιβίωσης σε κάποια άλλη περιοχή του ηλιακού συστήματος.