



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
"ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ"**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Βελτίωση της ακτινοθεραπευτικής πράξης μέσω  
υπολογιστικών μοντέλων διαχείρισης ανθρωπίνων  
παραγόντων**

**Μαρία Π. Πουλτσάκη  
Ελένη Κ. Γεωργιάδου**

**Επιβλέπων: Ιωάννης Κανδαράκης, Καθηγητής**

**ΑΘΗΝΑ**

**Οκτώβριος 2019**



**NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS**

**SCHOOL OF SCIENCE  
DEPARTMENT OF INFORMATICS & TELECOMMUNICATIONS**

**POSTGRADUATE PROGRAM  
"INFORMATION TECHNOLOGIES IN MEDICINE AND BIOLOGY"**

**MASTER THESIS**

**Improvement of radiotherapy through computational  
management models of human factors**

**Maria P. Poultsaki  
Eleni K. Georgiadou**

**Supervisor: Ioannis Kandarakis, Professor**

**ATHENS**

**October 2019**

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Βελτίωση της ακτινοθεραπευτικής πράξης μέσω υπολογιστικών μοντέλων  
διαχείρισης ανθρωπίνων παραγόντων

**Μαρία Π. Πουλτσάκη**

**A.M.: ΠΙΒ0157**

**Ελένη Κ. Γεωργιάδου**

**A.M.: ΠΙΒ0163**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:** Ιωάννης Κανδαράκης, Καθηγητής

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ** Ιωάννης Κανδαράκης, Καθηγητής  
Νεκτάριος Καλύβας, Επίκουρος Καθηγητής  
Γεωργία Οικονόμου, Καθηγήτρια

Οκτώβριος 2019

# **MASTER THESIS**

Improvement of radiotherapy through computational management models of  
human factors

**Maria P. Poultsaki**  
**Student Registration Number.: ΠΙΒ0157**  
**Eleni K. Georgiadou**  
**Student Registration Number: ΠΙΒ0163**

**Supervisor: Ioannis Kandarakis, Professor**

**EXAMINING COMMITTEE** **Ioannis Kandarakis, Professor**  
**Nektarios Kalyvas, Assistant Professor**  
**Georgia Oikonomou, Professor**

October 2019

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, νέες και προηγμένες τεχνολογίες έχουν αλλάξει ριζικά τον προγραμματισμό και την εκτέλεση της ακτινοθεραπευτικής πράξης. Με την ανάπτυξη των πολύφυλλων κατευθυντήρων (MLC), η διαμορφούμενης έντασης ακτινοθεραπεία (IMRT) και η ακτινοθεραπεία καθοδηγούμενη από εικόνα (IGRT), παρέχει ένα πιο αυστηρά καθορισμένο όγκο στόχο ενώ παράλληλα ελαχιστοποιούνται οι δόσεις στα κρίσιμα όργανα.

Ωστόσο, η διαδικασία θεραπείας έχει γίνει πιο περίπλοκη και για τη βελτίωση της ασφάλειας των ασθενών και της ποιότητας της θεραπείας, η βιομηχανία της ακτινοθεραπείας έχει επικεντρωθεί σε μεγάλο βαθμό στη δημιουργία νέων συσκευών παράδοσης ακτινοβολίας και νέων συστημάτων πληροφορικής. Ενώ αυτές οι νέες τεχνολογίες βελτιώνουν την ποιότητα της ακτινοθεραπείας και μειώνουν τα σφάλματα κατά την ακτινοβολήση, δημιούργησαν νέες πηγές σφαλμάτων.

Τα συστήματα καταγραφής και επαλήθευσης (R & V) που αναπτύχθηκαν πρόσφατα για να διασφαλίσουν την ακρίβεια στην παροχή θεραπευτικών σχεδίων συχνά συνδέεται με ζητήματα χρηστικότητας που μπορούν να οδηγήσουν σε σφάλματα. Αυτό καταδεικνύει τη μεγάλη ανάγκη βελτίωσης της αλληλεπίδρασης μεταξύ χρηστών και τεχνολογιών.

Ωστόσο, οι περισσότερες αξιολογήσεις τεχνολογιών επικεντρώθηκαν στην βελτίωση των τεχνικών και των τεχνολογιών ενώ περιορισμένες μελέτες εξέτασαν το ρόλο που παίζει ο ανθρώπινος παράγοντας στην ασφάλεια του ασθενή.

Ως εκ τούτου, η μελέτη αυτή στοχεύει στην εφαρμογή των μηχανισμών ανθρώπινων παραγόντων προκειμένου να εντοπίσει τις μη ασφαλείς παραμέτρους ενός συστήματος ακτινοθεραπείας και να παρέχει συστάσεις σχετικά με τα ζητήματα που προκύπτουν από τα σφάλματα αυτά. Πιο συγκεκριμένα, χωρίζεται σε τέσσερις φάσεις:

- Ανασκόπηση των συμβάντων στην ακτινοθεραπεία.
- Ανάλυση ροής εργασιών. Unified Modeling Language (UML) διαγράμματα δραστηριοτήτων
- Ανάλυση παραγόντων ποσοτικής έρευνα
- Ευρετική Αξιολόγηση. Συστηματική επιθεώρηση διεπαφών χρήστη με βάση ένα σύνολο αρχών ευχρηστίας και συστάσεις

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:** Ιατρική Φυσική – Πληροφορική Ιατρική

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Ακτινοθεραπεία, Μηχανική μάθηση, Ροή εργασίας, Ανθρώπινος παράγοντας, Ασφάλεια ασθενούς, Ακτινοπροστασία, Σφάλματα στην ακτινοθεραπεία, Γραμμικός επιταχυντής

## ABSTRACT

In recent years, new and advanced technologies have radically changed the programming and implementation of radiotherapy. With the development of multi-leaf collimator (MLC), intensity-modulated radiotherapy (IMRT) and image-guided radiotherapy (IGRT) provides a more strictly defined target volume while minimising doses to critical organs.

However, the treatment process has become more complex and in order to improve patient safety and the quality of treatment, the radiotherapy industry has largely focused on the creation of new radiation delivery devices and new IT systems. While these new technologies improve the quality of radiotherapy and reduce errors in irradiation, they have created new sources of errors.

Recently developed recording and verification systems (R & V) to ensure accuracy in the delivery of therapeutic plans are often associated with usability issues that can lead to errors. This demonstrates the great need to improve interaction between users and technologies.

However, most technology assessments focused on improving techniques and technologies and limited studies looked at the role the human factor plays in patient safety.

Therefore, this study aims to implement human factor mechanisms to identify the unsafe parameters of an radiotherapy system and to provide recommendations on the issues arising from these errors. More specifically, it is divided into four phases:

- Review of events in radiotherapy.
- Workflow analysis. Unified Modeling Language (UML) activity diagrams
- Analysis of quantitative research factors
- Heuristic evaluation. Systematic inspection of user interfaces based on a set of user principles and recommendations

**SUBJECT AREA:** Medical Physics – Medical Informatics

**KEYWORDS:** Radiotherapy, Machine learning, Data workflow, Human factor, Patient safety, Radiation protection, Error in radiation therapy, Linear accelerator