

תקנון לימודי המוסמך והדוקטורט בחוג לטכנולוגיות ימיות

אפיון החוג

נושאי המחקר בתחום מדעי הים רבים וחובקים תחומי ידע מגוונים אך להם אתגר משותף: הם מחייבים שימוש באמצעים הנדסיים מתקדמים המפותחים במיוחד לצורך זה. בישראל, בתחום זה של מחקר הנדסי ופיתוח תשתית טכנולוגית לחקר הים העמוק, פער משמעותי הן בידע והן בכוח אדם. המטרה הראשית של החוג הנה לתת מענה לפער הקיים באמצעות מחקר של טכנולוגיות ימיות חדשניות והכשרת כוח אדם מקצועי שיתרמו לביסוס, קידום וחדשנות המחקר בתחומים השונים של מדעי הים. בוגרי התוכנית ישתלבו במחקר ופיתוח במסגרות אקדמיות ובתעשייה המתפתחת בתחום זה בארץ, בפרט, אך לא רק. מטרה נוספת של החוג הנה לשמש תשתית מדעית טכנולוגית לאומית בידע וציוד לחקר הים העמוק. ההכשרה בחוג משלבת מומחיות בתחומי ההנדסה, הטכנולוגיה ומדעי הים. המחקר בחוג מתמקד בפיתוח מענה לאתגרים שבחקר הים באמצעות פיתוח טכנולוגיות מתקדמות כגון: נושאים חדשניים ברכבים רובוטיים תת ימיים, חיישנים תת ימיים מתקדמים (אופטיים, אקוסטיים ועוד) ועיבוד המידע שלהם, תקשורת וניווט על ותת ימי.

שפת הלימודים

שפת הלימודים הרשמית בחוג היא עברית. שליטה באנגלית ברמה מתאימה ללימודים מתקדמים היא תנאי לקבלה לחוג. הקורסים בחוג יינתנו באנגלית או בעברית לפי החלטת המרצה. במידה ובקורס נוכח תלמיד שאינו דובר עברית ההוראה בקורס תתקיים באנגלית.

תנאי קבלה לתוכנית

תנאי קבלה

לחוג יוכלו להתקבל בוגרי תואר ראשון (B.Sc. ארבע שנותי) בהנדסת מכונות, חשמל, אלקטרואופטיקה, אווירונאוטיקה, מדעי המחשב ו/או במדעים הקשורים לתחומים אלה ממוסד מוכר להשכלה גבוהה בארץ או בחו"ל, בעלי ממוצע של 80 לפחות. חריגים יידונו על ידי ועדה חוגית. לצורך קבלה לחוג על המועמד להגיש קורות חיים, מכתב הצהרת כוונות ושמות של שני ממליצים. לפני תחילת לימודיו יידרש המועמד להתקשר עם מנחה פוטנציאלי (חבר סגל בחוג) ולסכם על נושא המחקר. הודעת המנחה על נכונותו להנחות את המועמד בעבודת התיזה שלו תהווה תנאי לקבלתו ללימודים בחוג.

לימודי השלמה

מועמדים בוגרי תואר ראשון בחוגים אחרים או שחסר להם רקע אקדמי נדרש, יוכלו להתקבל ללימודים בחוג במעמד "על תנאי" על פי החלטת הוועדה החוגית ללימודי התואר השני, בתנאי שישלימו את הידע החסר עד סוף שנת הלימודים הראשונה בהיקף שלא יעלה על 16 ש"ס. מועמד שיידרש ללמוד קורסי השלמה בהיקף גדול מ-16 ש"ס יוכל להתקבל לשנת השלמות לקראת הצגת מועמדות לתואר שני. רק לאחר סיום ההשלמות כנדרש יוכל להציג מועמדות ללימודי תואר שני. עקרונית, לימודי השלמה יתמקדו במתן רקע מספק למועמד בנושאים הבאים: מתמטיקה כולל אלגברה ליניארית וחשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי, פיזיקה כולל מכניקה וחשמל, תכנות ובנוסף קורסי השלמה ייחודיים התואמים את דרישות המחקר. קורסי השלמה יהיו ברמה האקדמית המקובלת בפקולטות להנדסה בארץ. הוועדה החוגית ללימודי תואר שני תקבע את תוכנית השלמה הפרטנית לכל תלמיד בהתאם לרקע האקדמי שלו ולדרישות המחקר. סיום לימודי השלמה בציון ממוצע 85 ומעלה יהווה תנאי להמשך הלימודים בחוג

קהל היעד

קהל היעד של התוכנית הוא בוגרי תואר ראשון בהנדסה ובמדעים השואפים להתמחות בתחום הטכנולוגיות הימיות ומבקשים לבסס את פעילותם המקצועית על ידע מעמיק המעוגן בראיה אקדמית רחבה.

תנאי מעבר משנה לשנה

מעבר הקורסים הקבועים במערכת השנה הראשונה, על כל מטלותיהם בציון ממוצע של 80 לפחות. אישור הצעה לעבודת גמר מחקרית (תזה) עד סוף חופשת הקיץ של שנה א'.

תנאי קבלת התואר

התואר יוענק למוסמכי החוג בהתאם לתקנון לימודי תואר שני של אוניברסיטת חיפה עם סיום מוצלח של הקורסים, הגשת עבודת גמר מחקרית ואישורה (בציון מינימאלי של 76 לפחות – ממוצע ציוני השופטים) ועמידה בבחינת ההגנה על התיזה (בציון מינימאלי של 76 לפחות).

הציון הסופי יורכב כדלקמן

30% - ציוני הקורסים.

35% - עבודת הגמר המחקרית (תזה)

35% - בחינת הגנה על התיזה (הבחינה תיערך בעל-פה)

פריסת הלימודים על פני השבוע והשנה האקדמית:

הלימודים בחוג נפרסים על פני כשתי שנות לימוד (לא כולל לימודי השלמות). מרבית קורסי החובה יתקיימו במשך שנת הלימודים הראשונה. משך הלימודים לתואר הינו עד שלוש שנים.

רציונל, מטרות ויעדים

תכנית הלימודים בחוג לטכנולוגיות ימיות היא במסלול א' וכוללת לימוד מקצועות בתחום ותזה מחקרית המשלבת בין תכנים טכנולוגיים בעלי הקשרים ימיים שיסייעו בפיתוח כלים לקידום המחקר הימי ובין תכנים במדעי הים.

תכנית ההוראה בחוג מכסה קשת רחבה של נושאים הכוללים נושאים מדעיים בתחום הים ונושאים טכנולוגיים בהקשרם הימי. כמו כן התלמידים ילמדו שיטות ניסיוניות למחקר ימי תוך מתן דגש על יישום טכנולוגיות מתקדמות במחקר ניסויי וישתתפו בהפלגות מחקר בהם ירכשו ידע בהפעלת ופיתוח כלים טכנולוגיים ימיים מתקדמים.

היקף השעות הנדרשות לקבלת התואר

לתלמידים שסיימו לימודי תואר ראשון בהנדסה ארבע שנתי היקף הלימודים יעמוד על 36 שש"ס (כולל תזה). לתלמידים שסיימו לימודי תואר ראשון מרקע אקדמי אחר תלת שנתי היקף הלימודים יעמוד על 40 שש"ס (כולל תזה).

תכנית הלימודים

מורכבת מקורסי חובה, קורסי בחירה וכתובת עבודה מחקרית לפי הפירוט הבא:

- **קורסי חובה (מחולקים לשני אשכולות):**
אשכול 1: בהיקף של 14 ש"ס. יש לבחור ב- 7 קורסים מתוך 8 הקורסים מהרשימה מטה.
אשכול 2: סמינר חוגי וסמינר בית ספרי הינם קורסי חובה ללא ציון (עבר/לא עבר). נדרש להירשם לקורסים אלו במשך 4 סמסטרים במהלך הלימודים.
סמינר חוגי: עבור תלמידים מלגאים – חובת נוכחות ב 70% מהסמינרים לאורך הסמסטר. עבור כלל התלמידים, חובת נוכחות מלאה בהרצאות של מרצים המגיעים מחוץ לאוניברסיטה (כשני מופעים בסמסטר) בלבד.

- **קורסי בחירה:**

בהיקף של 10-14 ש"ס (בהתאם לרקע האקדמי של התלמיד), שייבחרו לפי ההנחיות הבאות: התלמיד יוכל לבחור קורסי בחירה מתוך הקורסים המפורטים בפקולטות השונות של אוניברסיטת חיפה ו/או בטכניון, באוניברסיטה אחרת בארץ או בחו"ל (אוניברסיטת חיפה תדאג להסדרי התשלום), או במכון הבינ-אוניברסיטאי באילת. בחירת הקורסים תעשה בתיאום ובהסכמת מנחה עבודת הגמר המחקרית ויו"ר הוועדה החוגית ללימודי תואר שני.

- **עבודה מחקרית (תזה):** בהיקף של 12 ש"ס.

טבלה מסכמת למבנה הלימודים

שנה	לימודי חובה (ש"ס)	לימודי בחירה (ש"ס)	עבודה מחקרית (תזה)	סה"כ
א'	14	-		14
ב'	-	10-14	12	22-26
סה"כ	14	*10-14	12	36-40

*14 ש"ס - לתלמידים בעלי תואר ראשון של שלוש שנים
*40 ש"ס - לתלמידים בעלי תואר ראשון של שלוש שנים.



אשכול 1: קורסי חובה – יש לבחור 7/8

שם המרצה	היקף (שש"ס)	שם הקורס
פרופ' מורל גרופר	2	עקרונות בהנדסה תת ימית
פרופ' טלי טרייביץ	2	עקרונות בצילום תת ימי וראייה ממוחשבת במחקר ימי
ד"ר רויטל בוקמן	2	ים תיכון א'
פרופ' רועי דיאמנט	2	עיבוד אותות אקוסטיים תת-מימיים
פרופ' יצחק מקובסקי	2	שיטות גיאופיסיקליות בחקר הסביבה הימית
ד"ר איציק קליין	2	ניווט ומדידים אינרציאליים
ד"ר בוורלי גודמן צ'רנוב	2	כתיבה מדעית
פרופ' רועי דיאמנט	2	הפלגה חוגית
קורסי בחירה בחוג		
פרופ' מורל גרופר	2	עקרונות רכבים תת מימיים
פרופ' טלי טרייביץ	2	ראייה ממוחשבת מבוססת פיסיקה בתווך המפוזר
פרופ' רועי דיאמנט	2	טכניקות מתקדמות בעיבוד אותות
פרופ' איציק מקובסקי	2	עיבוד והדמייה של נתונים סייסמיים
ד"ר איציק קליין	2	ניווט צוללות אוטונומיות
קורסי בחירה בביה"ס למדעי הים		
פרופ' יצחק מקובסקי	2	סדנאות מעשיות בעיבוד וניתוח נתונים סייסמיים
פרופ' אורי שטנר	2	פענוח נתונים סייסמיים
ד"ר רגינה כצמן	2	שיטות נומריות בפיסיקת רצפים
ד"ר בוריס כצנלסון	2	אוקיאוגרפיה פיסיקלית

קורסי בחירה נוספים מפקולטות באוניברסיטאות אחרות – בתיאום וסיכום מנחה העבודה המחקרית ויו"ר הוועדה החוגית.

בחירת מנחה

לכל תלמיד חייב להיות לפחות מנחה אחד (אך לא יותר משניים) מאנשי הסגל האקדמי החברים בחוג. מספר המנחים המרבי המותר הוא שלושה, כולל מנחים מחוץ לחוג.

בחירת נושא התזה

תעשה באישור המנחה/ים תוך הקפדה על התאמתה של העבודה לדרישות החוג. על העבודה להתבסס על אחד או יותר מסוגי המחקר הבאים: ניסוי, תצפית, ניתוח נתונים ומחקר תיאורטי. יש להקפיד על היקף עבודה הניתן להשלמה, כולל כתיבה, של שנתיים בלבד.

הצעת המחקר

התלמיד יגיש עד סוף שנת הלימודים הראשונה הצעת מחקר התואמת את ההנחיות שבאתר החוג. ההצעה תכתב בשפה האנגלית. לאחר הגשת ההצעה תכונס "ועדת שיפוט" אשר חבריה יכללו את המנחה/ים ושניים-שלושה חברי חוג נוספים. הוועדה תבחן את התאמת המחקר המוצע לקריטריונים של עבודת מוסמך בחוג, הן בהיבטיה המדעיים-אקדמיים והן בהיבטיה הלוגיסטיים (כגון הזמן הדרוש להשלמתה, זמינות, מימון וציוד, סיכויי ההצלחה וכד'). לוועדה ייפוי כוח לאשר, לדחות או לדרוש שינויים בהצעת המחקר. אישור הוועדה יידרש כתנאי להמשך עבודתו של התלמיד. במקרה בו תדרוש הוועדה שינויים בתכנית המחקר, יהיה על התלמיד להגיש הצעת מחקר מתוקנת. הוועדה תחליט על קבלת או דחיית ההצעה המתוקנת תוך שבועיים מיום הגשתה. במקרה שבו הצעת המחקר המתוקנת של התלמיד נדחתה, תכונס ועדה ובה מנחה התלמיד, ראש החוג ויו"ר ועדת ההוראה, ובה יידונו המשך לימודיו של התלמיד בחוג.

כתיבת עבודת הגמר והכנה לבחינת סיום המוסמך

עבודת הגמר תיכתב כתזה (תצורה סטנדרטית) או במתכונת תזת-מאמר. בחירת מתכונת עבודת הגמר תעשה על פי בחירת הסטודנט/ית והמנחה/ים הישיר/ים.

באם העבודה תוגש במתכונת תזת-מאמר, נדרש אישור הוועדה החוגית לתואר שני - בקשה להגשה במתכונת מאמר תופנה לוועדה החוגית לתואר שני. הבקשה תכלול את שם כתב העת המקצועי (או 2 - 3 חלופות), רשימת המחברים (התלמיד המגיש הוא המחבר הראשון או מחבר-שותף ראשון (equal contribution), מסמך רשמי של אותו כתב העת ובו מפורטים קווים מנחים לכתיבת מאמר (instructions to authors), סוג המאמר שהוחלט להגיש (למשל synthesis, research article). הוועדה תאשר את ההגשה במתכונת מאמר בהינתן התנאים הבאים: (1) כתב העת הינו כתב עת מוכר ומקובל בתחום המחקר שבו עוסקת העבודה. ככלל, הכוונה היא למאמרים בפורמט ארוך; (2) כתב העת מופיע במאגר מידע בינלאומי ובשפה האנגלית. בהינתן אישור רשמי מהוועדה החוגית לתואר שני, תוכר מתכונת תזת-מאמר כחלופית למתכונת התזה הסטנדרטית של אוניברסיטת חיפה (כמפורט באתר הרשות ללימודים מתקדמים).

באם עבודת הגמר תיכתב כתזה סטנדרטית, מבנה העבודה יהיה כדלהלן: העבודה תיכתב בהתאם להנחיות הרשות ללימודים מתקדמים. שפת החיבור: אנגלית. לעבודה יצורף תקציר בעברית. גוף העבודה יערך בדרך כלל

בסדר הבא: רקע מדעי, מטרות העבודה, שיטות, תוצאות, דיון ומסקנות. במידה והתלמיד פרסם מאמר או הכין מאמר לפרסום יוכל להוסיף את המאמר כפרק בעבודתו.

באם עבודת הגמר תיכתב במתכונת תזת-מאמר, מבנה העבודה יהיה כדלהלן:

שפת כתיבת מתכונת המאמר – מתוך הכרה שאנגלית משמשת כשפת הדיווח המדעי העיקרית בעולם, מתכונת המאמר תכתב בשפה זו.

מבנה המסמך במתכונת המאמר – בלב המסמך המוגש תמוקם טיוטת המאמר (שיוגש עם אישור המוסמך). סביב חלק זה יצורפו החלקים בסדר הבא:

1. **שער וכותרת** באנגלית – על פי הנחיות לכתיבת עבודת מוסמך במתכונת תזה.
2. **תוכן עניינים** באנגלית
3. **תקציר** באנגלית – במתכונת התקנית של כתב העת המדעי המשמש כבסיס המתכונת לתזה.
4. **הקדמה** – סקר ספרות של עבודות קודמות בנושא המחקר. בסוף פרק ההקדמה תנוסח היפותזות העבודה ושאלות המחקר. במידה וההקדמה בטיטת המאמר מכילה סקירה מקיפה של עבודות קודמות בנושא בסדר גודל של מאמר מדעי מחקרי, פרק זה יכול להכיל את היפותזות העבודה ושאלות המחקר בלבד.
5. **שיטות מחקר** – הסבר מפורט של כל שיטות המחקר המאפשר בחינה וביקורת על השגת התוצאות. ההסבר יכלול, בהתאם לשיטות העבודה, הסבר תיאורטי של השיטה, הסברים על פרוצדורות העבודה, מבחני כיוול, תיאור סטנדרטים, שגיאות והדירות של תוצאות, וכו'. במידה וטיטת המאמר כוללת תיאור מפורט של שיטות המחקר באופן המאפשר שחזור מלא של המחקר ע"י חוקרים אחרים (בטקסט או בנספח - supplementary information) פרק זה אינו הכרחי.
6. **תוצאות** – התוצאות תוצגנה בצורה מפורטת ומובנית, תוך שילוב הטמעת הגרפים והתרשימים ברמת פירוט שתאפשר שיחזור של המחקר ע"י חוקרים אחרים. במידה ונכלל בטיטת המאמר במידת הפירוט הנדרשת פרק זה אינו הכרחי.
7. **דיון (בפרק נפרד או מאוחד עם התוצאות)** – יפרט את המשמעויות והמסקנות של המחקר בהקשר של הרציונל למחקר. משמעויות ממצאי המחקר ידונו על רקע המחקרים המרכזיים בתחום שפורסמו בספרות המדעית, תוך הדגשת חשיבות המחקר ותרומתו לתחום. במידת האפשר יוצגו התוכניות האפשרויות להמשך המחקר (future plans).
8. **טיטת המאמר** כפי שהוגשה או תוגש לכתב עת המקצועי עבורו התקבל האישור. חשוב להדגיש שהמאמר צריך להכיל מידע חדש שנאסף על ידי התלמיד והוא תורם תרומה משמעותית למדע. הדיון יפרט את המשמעויות והמסקנות של המחקר. משמעויות ממצאי המחקר ידונו על רקע המחקרים המרכזיים בתחום שפורסמו בספרות המדעית.
9. **פרקים נוספים המתארים תוצאות מחקריות של התלמיד**, במידה וישנן כאלה שלא נכללות במאמר.
10. **רשימת מקורות** – תכלול את כל המובאות במסמך, גם מסעיף 6 וגם מיתר המסמך. הציטוטים בגוף המסמך וברשימת המקורות יסוגנו על פי הוראות כתב העת המוסכם. ניתן גם לחלק את רשימת המקורות בנפרד לכל פרק (הקדמה, שיטות ופרקים נוספים) על פי החלטת התלמיד(ה) והמנחה. במידה

וטיטוט המאמר כוללת את רשימת כלל המקורות המובאות במסמך (מינימום 30 References), פרק זה אינו הכרחי.

11. **נספחים** - נתונים גולמיים, רכיבים ששימשו בניסוי ובדיקה במהלך המחקר, תוצאות עיבודים סטטיסטיים, הרצות מודלים, ונתונים נוספים שאינם מדווחים בגוף העבודה יתווספו כנספח במידה ואינם מופיעים בנספחי המאמר (supplementary material).

12. **תקציר מורחב בעברית**, הכולל רקע, היפותיזה ושאלת מחקר, עיקרי שיטת המחקר, עיקרי התוצאות, ועיקרי משמעות תוצאות המחקר ומסקנותיו.

13. **שער וכותרת בעברית** – על פי הנחיות לכתיבת עבודת מוסמך במתכונת תזה.

בהתחשב באורך המקובל בספרות המדעית הרלוונטית, התיזה תהיה בהיקף של 25-50 עמודים באנגלית ברווח כפול (לפחות 7500 מילה), בהתחשב בהבדלים בין הכתב העברי לעומת האנגלי. כאמור, חיבור במתכונת מאמר יוגש אך ורק בשפה האנגלית. היקף התיזה במתכונת מאמר לא יעלה על היקף תזה במתכונת הרגילה.

תהליך שיפוט ואישור התזה

אישור המנחה/ים שעבודת הגמר הכתובה ראויה להגשה מהווה תנאי לתחילת ההכנות לבחינת הסיום. לאחר קבלת האישור על התלמיד לפנות לרשות ללימודים מתקדמים על מנת שעבודת הגמר תיבדק בדיקה צורנית-טכנית בטרם הגשתה לשיפוט במזכירות החוג. כמו כן על התלמיד לפנות למזכירות בית-הספר על מנת לקבל אישור בכתב על השלמת כל חובותיו האקדמיים והמנהלתיים. לאחר קבלת האישורים הנדרשים יפנה המנחה אל מזכירות החוג בבקשה למנות את צוות הבוחנים ולקבוע מועד להרצאת הסיכום (באם טרם התקיים) והבחינה. צוות הבוחנים יכלול את המנחה/ים ועוד שני בוחנים, אשר יקבלו לידיהם העתק של העבודה הכתובה. מתכונת תזת-המאמר המפורטת לעיל תישפט באופן זהה למתכונת התזה הסטנדרטית.

השיפוט יכלול סבב הערות שופטים (שופט חיצוני לחוג, שופט מהחוג ומנחי התלמיד) ויכלול הערכה כוללת למחקר והתייחסות מפורטת לדברים שדורשים תיקון בכתב. במקרה של תזה במתכונת מאמר, מנחי התלמיד ידרשו בחוות הדעת שלהם להצהיר מהי תרומתו של התלמיד באיסוף הנתונים ובכתיבת המאמר. לשופטים יועברו הנחיות המערכת של כתב העת לכותבים. השופטים של התיזה יתייחסו בענייניות לכל חלקי החיבור וישתדלו לכוון את הכותב בתיקון התיזה (באם נדרש) על פי הערותיהם.

כמו כן יציג התלמיד את המחקר במסגרת בחינה שבעל פה שבה ייטלו חלק כבוחנים המנחה ושני השופטים. הציון ייקבע במסגרת הנוהל המקובל כיום למתן ציונים לעבודות גמר בחוג.

הרצאת הסיכום ובחינת הגמר

כל תלמיד נדרש למתן הרצאה סמינריונית (הרצאת סיכום) במסגרת לימודיו. הרצאת הסיכום והבחינה יכולים (אך לא מוכרחים) להיערך ברצף באותו יום. ההרצאה תהיה פתוחה לקהל והשתתפות בה חובה לתלמידי מוסמך בחוג (סמינר מוסמך). שבוע לפני ההרצאה ישלח התלמיד את תקציר העבודה לחברי החוג ותלמידיו. על ההרצאה להימשך כ-45 דקות ובסיומה ייערך דיון אשר במהלכו יענה התלמיד על שאלות הנוכחים.

בחינת הגמר תיערך בפני ועדה שנקבעה. לוועדה הסמכות לדרוש תיקונים בעבודה הכתובה. לאחר הכנסת התיקונים, באם נדרשו, ימסור התלמיד דו"ח בו מפורטים השינויים שהוכנסו ומכתב מהמנחה/ים המאשר את



השלמת עבודת הגמר כפי שנדרש בבחינה. או אז יגיש התלמיד עותק כרוך של עבודת הגמר וכן עותק על גבי מדיה דיגיטאלית. העותק הכרוך יועבר למשמרת בספרייה של האוניברסיטה. מסירת העותק למזכירות החוג וכן העברת טופס הפקדת עבודות לתואר שני לרשות ללימודים מתקדמים תחשב כמועד השלמת לימודי המוסמך.

תוכנית ללימודי דוקטורט

תוכנית ללימודי דוקטורט בחוג הנה כיום במסגרת הוועדה הכלל אוניברסיטאית.