

המחלקה להנדסה ביו-רפואית

ההנדסה הביו-רפואית כוללת אוסף רחב ומגוון של פעילויות, בהן מיושמים הידע והכלים של תחומי ההנדסה השונים לפיתוח שיטות אבחון רפואיות ושיטות טיפול רפואיות ולחקר הבסיס הפיזיולוגי של מחלות. עם עליית רמת החיים ותוחלת החיים בעולם כולו, ועליית הדרישה לרמה גבוהה ומגוון רחב של שירותי בריאות, עולה הדרישה למוצרים ומכשור רפואיים חדשניים. במקביל, מתפתחת התעשייה הביו-רפואית והינה כיום בין המובילות ברמתה ובקצב גידולה. מגוון הפעילויות של התעשייה הביו-רפואית כולל תחומים כגון: אברים מלאכותיים, עזרים מלאכותיים מושלמים, מכשור רפואי לאבחון וטיפול, ציוד לצנתור והדמיה רפואיים, הנדסה שיקומית, עזרי נכים, הנדסה ביוכימית והנדסת רקמות. בכל תחומי הפעילות התעשייה הביו-רפואית היא עתירת ידע, מוטת ייצוא ומאופיינת על ידי חדשנות, תחכום וחיפוש מתמיד אחרי אתגרים חדשים.

ניסיון העבר מלמד כי בוגרי המחלקה להנדסה ביו-רפואית השתלבו בצורה מרשימה בתעשייה הביו-רפואית בארץ (כ-200 חברות המעסיקות כ-6500 עובדים), וכן בתעשיות אחרות. בוגרי המחלקה מאיישים תפקידי מפתח בקבוצות פיתוח, בייצור, בשיווק וביישום מוצרים בשותפות הבריאות. בולט משקלם של בוגרי המחלקה בחברות START-UP רבות שהוקמו בשנים האחרונות. כדאי לציין כי התעשייה הביו-רפואית מתפתחת כיום בקצב מהיר ביותר - למעלה מ-45% מחברות ה-START-UP הן בשטח הזה!

בנוסף לתעשייה הביו-רפואית קיימת פעילות ענפה במכוני מחקר ומוסדות אקדמיים בנושאים הדורשים ידע במספר תחומים הנדסיים וביו-רפואיים.

הלימודים במחלקה להנדסה ביו-רפואית

תכנית הלימודים מקנה לסטודנט רקע בסיסי ומעמיק במדעי יסוד וידע רחב בהנדסה (הנדסת חשמל, מחשבים, מכונות וכד'), במדעי החיים והרפואה. תשתית השכלתית מגוונת זו, המשולבת בהתמחות במספר נושאים, תאפשר לבוגר לתפוס מקום מרכזי בתחומי פעילות שונים בתעשיית ההי-טק על תחומיה השונים, במכוני מחקר ביו-רפואי, בבתי חולים פרטיים וציבוריים ובארגוני בריאות ממשלתיים ובנילאומיים.

תכנית הלימודים מורכבת מקורסי חובה וממגוון רחב של קורסי בחירה. קורסי החובה הם במדעי היסוד (מתמטיקה, פיסיקה, כימיה ומחשבים), במדעי החיים (אנטומיה, ביוכימיה, ביולוגיה של התא ופיזיולוגיה), במקצועות הנדסיים (המיועדים לתת בסיס הנדסי רחב במכניקה, באלקטרוניקה ובקרה, בביו-חומרים ובתופעות הסעה) ובמקצועות מחלקתיים המעמיקים את הידע ומרחיבים את היריעה בכיוון ההנדסה הביו-רפואית (תופעות ביו-חשמליות, בקרה פיזיולוגית, מכניקה של תאים ורקמות וכד'). כמו כן נכללים במקצועות החובה המחלקתיים שני קורסי מעבדה בהנדסה ביו-רפואית, קורסי תכן ותכנון מערכתי, ושני קורסי פרויקט בהם יישם הסטודנט ידע הנדסי שרכש, בתכן של מכשור ומערכות ביו-רפואיות. הפרויקטים מתבצעים בשיתוף פעולה עם התעשייה הביו-רפואית. בשנת הלימודים הרביעית כוללת התכנית סטז' ביו-הנדסי קליני שיערך במחלקות קליניות בבתי החולים. קורס זה נועד להכין את הבוגר לעבודה בסביבה הנדסית/קלינית. במחלקה קיימות חוות מחשבים אישיים משוכללות ללימוד ותרגול בכל המקצועות, הכוללות מגוון רב של תוכנות.

תחומי התמחות

בהמשך ועל בסיס לימודי החובה, מוצעים לסטודנט מקצועות בחירה. קורסי הבחירה הם במגוון רחב של נושאים מתוך שלושת תחומי ההתמחות הבאים:

1. הדמיה, בקרה, אלקטרופיזיולוגיה ומכשור רפואי (מכשור

דיאגנוסטי וטיפולי, טכניקות לא חודרניות, טכניקות הדמיה, עיבוד אותות ועיבוד תמונות ברפואה, בקרה פיזיולוגית, שימושי אופטיקה ואולטראסאונד בהדמיה וטיפול, ועוד).

2. תנועה, הנדסת שיקום ואיברים מלאכותיים (חקר הליכה ותנועה, מכניקה של ספורט, שיקום אורתופדי/נוירולוגי, ציוד ועזרים לנכים ומגבילים, שתלים פנימיים, איברים מלאכותיים).

3. ביו-חומרים וביוטכנולוגיה (הנדסה ביוכימית, הנדסה מולקולרית, ביו-סנסורים, איברים מטבוליים מלאכותיים, שחרור מבוקר של תרופות).

כל סטודנט יתמחה בשתיים מתוך שלוש קבוצות ההתמחות: אחת עיקרית (בהיקף מורחב) ואחת משנית (בהיקף מצומצם יותר). על כל תחום התמחות מופקד יועץ המסייע לסטודנט בבחירת המקצועות בקבוצת ההתמחות.

מעבדות ועזרי למידה

למחלקה להנדסה ביו-רפואית שורה של מעבדות ועזרי למידה מתקדמים, אשר עומדים לרשות הסטודנטים - בנוסף לספריה המחלקתית, חוות מחשבים ובתי מלאכה:

- המעבדה להדמיה רפואית - פיתוח שיטות הדמיה חדשות ושפור מערכות קיימות (MRI, ULTRASOUND וכו').

- המעבדה לביו-מכניקה שקומית - חקירה ופיתוח ציוד עזר לנכים ולקשישים.

- המעבדה למכניקה ותפקוד של איברים ורקמות - מכניקת הלב, הזרימה הקורונרית, מכניקת תאים ורקמות.

- מכוני הלב - הפעילות החשמלית והמכנית של הלב, מהרמה המולקולרית ועד לתפקוד האיבר כולו כחלק ממערכת הגוף.

- מרכז מחקר לביו-חומרים - חומרים שאינם יוצרים דחייה, תחליפי דם, שחרור מבוקר של תרופות באמצעות מולקולות מושלמות.

- המעבדה לעיבוד אותות פיזיולוגיים - פיתוח שיטות מדידה משוכללות ע"י עיבוד אותות ECG, EEG וכו'.

- המעבדה למפרקים וסחוס - חקירת תכונות מכניות והסיבות להזדקנות רקמות אלו.

- המעבדה לאיברים מלאכותיים מושלמים - תכנון מסתמים ומפרקים והתאמתם לחולה.

- המעבדה לקרדיולוגיה מולקולרית ולחקר רקמות אקסיטביליות.

- המעבדה לשימושי לייזר בהנדסה ביו-רפואית.

- המעבדה לחקר הראייה - חקירת מרכזי הראיה במוח, ראיית צבעים וכו'.

- המעבדה לביו-זרימה - זרימה בעורקים ובורידים, השפעת חסימות והצרויות ומידתן בצורה פולשנית ולא-פולשנית.

תארים

תואר ראשון (B.Sc.) - מוסמך למדעים בהנדסה ביו-רפואית*
תואר זה מקנה את הזכות לרישום בספר המהנדסים ואת הבסיס להמשך השתלמות לתארים גבוהים. משך הלימודים לקבלת התואר הראשון הוא כ-4 שנים.

* התואר מותנה באישור המועצה להשכלה גבוהה

תואר שני (M.Sc.) - מגיסטר למדעים

ההשתלמות לתואר השני מיועדת להרחיב ולהעמיק את הידע וההתמחות בהנדסה ביו-רפואית. להשתלמות זו מתקבלים גם בוגרי פקולטות אחרות. המחלקה להנדסה ביו-רפואית מעניקה תואר מגיסטר למדעים בהנדסה ביו-רפואית וכן תואר מגיסטר להנדסה (M.E.) המוקנה ללא כתיבת תזה.

תואר שלישי (Ph.D.) - דוקטור למדעים

ההשתלמות לתואר דוקטור מיועדת להכשיר את המשתלם להיות חוקר מדעי. במהלך ההשתלמות מבוצע מחקר בעל תרומה מקורית בהיקף נרחב.

הנדסה ביו-רפואית 33/תוכנית לימודים

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
4	-	-	3.0
<hr/>			
22.0			

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4
2	1	-	4	פונקציות מרוכבות 104215
או				
2	1	-	4	אנליזה נומרית 034002
-	-	4	3	מעבדה בכימיה פיסיקלית לכימ' 124604
3	-	-	3	מבוא לפיסיולוגיה 1 334006
3	2	-	4	מכניקה של מוצקים 2 034029
3	2	-	6	מכניקת זורמים ביולוגיים 334009
3	1	-	4	אותות ומערכות 044130
2	-	-	1	חינוך גופני 394800
<hr/>				20.5

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5
2	-	-	4	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה 094890
2	1	-	2.5	מבוא להנדסת חומרים 314221
3	-	-	3	מבוא לפיסיולוגיה 2 334007
3	2	-	4	תכן ביו מכני בסיסי 334010
2	2	-	3	יסודות תכן ביוחשמלי 334011
קורסי בחירה				
<hr/>				16.5

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 6
3	1	-	4	מתא לרקמה 336403
3	1	-	4	תופעות מעבר במערכות פיסיולוגיות 336403
-	-	4	6	מעבדה בהנדסה ביו רפואית 1 334012
קורסי בחירה				
<hr/>				5.5

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 7
-	-	4	6	מעבדה בהנדסה ביו רפואית 2 334012
-	-	12	4	פרויקט בהנדסה ביו רפואית 1 334014
קורסי בחירה				
<hr/>				6.0

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 8
1	-	3	4	פרויקט קליני-הנדסי 334016
-	-	12	4	פרויקט בהנדסה ביו רפואית 2 334015
קורסי בחירה				
<hr/>				6.0

קורסי בחירה בקבוצות ההתמחות

1. הדמיה ואותות ומיכשור רפואי

2	1	-	4	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות 044198
2	1	-	4	תופעות ביו-חשמליות 334017
2	1	-	4	עקרונות הדמיה ברפואה 336502
2	1	-	4	אולטראסאונד ברפואה 336325
2	1	-	4	סיווג ואישיכול של אותות ביולוגיים 336501
2	1	-	4	שיטות באנליזה של אותות ביולוגיים **338208
2	2	-	4	מבוא לבקרה במערכות ביו-רפואיות 336522
2	1	-	4	מכשור רפואי-סטנדרטים ובטיחות 336523
3	1	-	4	עקרונות הנדסיים של המער' 336521
3	1	-	4	הקרדיווסקולרית 336214
2	1	-	4	נתוח אותות ומערכות במערכת הראיה

חברי הסגל האקדמי	פרופסורים חברים
ראש המחלקה	אדם דן
גור משה	גור משה
פרופסורים	מרצים בכירים
ביאר רפאל*	אזהרי חיים
גת יצחק	ישי גדעון
דינר אורי	לנדסברג אמיר
זאבי יהושע*	עמיתי מחקר
לניר יורם	אזהרי רוזה
לוטן נח	ורביצקי אולג
מזרחי יוסף	שופטי רונה
מרודס אליס	פרופסור אמריטוס
ענבר גדעון*	זיידמן שמואל
פלטי יורם*	
פרת הלל*	
שיצר אברהם*	*בהשתייכות משנית

תוכנית לימודים

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 157.5 נקודות לפי הפרוט הבא:
 מקצועות חובה 117.5 נק'
 מקצועות בחירה במסלול הפקולטי 30.0 נק'
 מקצועות בחירה חופשית 10.0 נק'

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות

מקצועות חובה השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
104016 אלגברה מ1	4	2	-	6
104010 חדו"א מ1	4	2	-	6
114071 פיסיקה מ1	3	1	-	6
274001 מבוא לאנטומיה מיקר' ומאקר'	2	-	-	2
124002 כימיה מ1	3	1	-	5
394800 חינוך גופני	1	-	-	1.0
<hr/>				
20.0				

סמסטר 2

104131 מיש. דיפ. רגילות ח'	2	1	-	4
104011 חדו"א מ2	4	2	-	6
114072 פיסיקה מ2	4	1	-	6
336004 מבוא לתהליכים ביולוגיים	2	-	-	2
114032 מעבדה בפיסיקה ח'	-	3	1	1.0
234112 מבוא למחשב שפת C+	2	2	-	4
או				
234111 מבוא למדעי המחשב	2	2	-	4
<hr/>				
19.0				

סמסטר 3

104214 טורי פוריה	2	1	-	4
104216 מיש. דיפ. חלקיות	2	1	-	4
124503 כימיה פיסיקלית 1 ב'	2	1	-	4
134042 יסודות הביוכימיה והאנזימולוגיה	3	1	-	3.5
034028 מכניקה של מוצקים 1	3	2	-	4
044105 הנדסת חשמל מ'	3	1	-	6

במסגרת קבוצת התמחות ראשית זו בלבד ניתן לבחור עד 3 מקצועות מהרשימה הבאה:

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	
2	1	-	4	046326 מבוא לאותות ומערכות ביולוגיים
2	1	-	4	046331 בקרת מערכות פיזיולוגיות
2	1	-	4	046332 מערכות ראייה ושמיעה
2	1	-	4	046200 עבוד וניתוח תמונות
2	1	-	4	044202 אותות אקראיים
3	1	-	2	044191 מערכות בקרה 1
2	1	-	4	046201 מבוא לעבוד אותות אקראיים
2	1	-	4	046197 שיטות חישוב באופטימיזציה
2	1	-	4	044294 מכשור אלקטרוני

2. תנועה, הנדסה שקומית ואיברים מלאכותיים

				334004 מבוא לביומכניקה: שלד, שריר, תנועה
2	1	-	4	2.5 336506 ביומכניקה שיקומית
2	1	-	4	2.5 336520 שתלים אורטופדיים
2	1	-	4	336513 פיזיולוגיה, דינמיקה ובקרה של תנועה
2	1	-	4	2.5 336514 אדם ומכונה בשיקום ניידות
2	2	-	3	3.0 336524 יציבה ותנועה
4	2	-	5	5.0 034010 דינמיקה
2	2	-	5	3.0 034016 תכן מכני 2
-	-	3	2	2.0 034018 פרויקט תכן מכני 2
2	1	-	4	2.5 034020 מבוא לבקרה ואוטומציה
2	3	3	2	3.0 034004 שרטוט הנדסי
3	2	-	6	4.0 336519 תורת הזרימה במערכת מחזור הדם
2	2	-	4	3.0 336314 אברים מלאכותיים
2	2	-	4	3.0 336518 מעבר חום במערכות ביולוגיות
2	1	-	4	2.5 336509 ביומכניקה של רקמות
3	-	-	4	3.0 336517 ביו-הנדסה של התא
2	2	-	6	3.0 336516 רקמות ביולוגיות כחומרים חיים

3. ביוחומרים וביוטכנולוגיה

2	-	-	3	2.0 336525 הנדסה מולקולרית
1	1	5	4	3.5 124102 מעבדה בכימיה אנאליטית למהנדסים
3	1	-	5	3.5 124701 כימיה אורגנית 1
2	-	-	-	336405 יסודות הנדסיים בביולוגיה ובביוטכנולוגיה
2	-	-	2	2.0 336526 אברים מטבוליים מלאכותיים
2	-	-	2	2.0 336401 ביו חומרים
3	1	-	5	3.5 124702 כימיה אורגנית 2
-	-	6	4	3.0 134005 מעבדה בביוכימיה - א
-	-	6	2	2.0 336511 מעבדה לשיטות בהנדסת ביו חומרים
-	-	6	2	2.0 336512 מעבדה למערכות בהנדסה ביוכימית