

המחלקה להנדסה ביורפואית

2	רקע כללי
3	חברות וחברי סגל המחלקה
4	תכנית לימודים לתואר ראשון
4	תכנית לימודים לתואר ראשון (לפי סמסטרים)
4	שנה א'
5	שנה ב'
6	שנה ג'
7	שנה ד'
8	קורסי בחירה
9	אשכול עיבוד אותות
10	אשכול ביוחומרים, ביואלקטרוניקה והנדסת רקמות
11	אשכול ביומכניקה
12	אשכול ניר-הנדסה
13	מקבץ רפואה
14	תחומי המחקר של סגל המחלקה
15	מית"ר להנדסה (מצטייני/ות תואר ראשון)
15	מסלול קש"ת (קיצור ושילוב תארים)
16	תכנית לימודים לתואר שני
16	כללי
16	תנאי קבלה
16	צבירת נקודות זכות
16	תזה
16	מקצועות חובה לתואר שני
16	מקצועות בחירה לתואר שני
18	תואר דוקטור לפילוסופיה
18	כללי
18	תנאי קבלה
18	מקצועות חובה לתואר שלישי

רקע כללי

ההנדסה הביורפואית היא מקצוע רב-תחומי העוסק ביישום הידע ההנדסי והמדעי לפתרון בעיות בתחומי הביולוגיה והרפואה. הפתרונות הנדרשים ממהנדסות ומהנדסי הביורפואה כוללים את תחום האבחון והניתור מחד גיסא והטיפול הרפואי מאידך גיסא. בין אם מדובר בציד מדידה, הדמיה או ריפוי, בשימוש במחשבים או רובוטים, בעידוד מנגנונים טבעיים או בשימוש באברים מלאכותיים, ידע רב-תחומי חיוני במקצוע ההנדסה הביורפואית.

ההתפתחות העצומה שחלה בשנים האחרונות בתחומי המדעים המדויקים, מדעי הטבע וההנדסה מאפשרת להשתמש בכלים הנדסיים על מנת לענות על שאלות רבות שנותרו בלתי פתורות מאז ראשית האנושות. מחשבי-על בעלי מהירות חישוב עצומה ויכולת ניהול נתונים ללא תקדים, מיפוי הגנום האנושי, ממשקים אל המוח האנושי, ננו-טכנולוגיה המאפשרת מזעור של התקנים הנדסיים מורכבים, מכשירי דימות רפואי כ-MRI הם מדגם חלקי לאמצעים חדשים ההופכים לזמינים לכל. אמצעים אלה מאפשרים לא רק מענה לצרכים שהוגדרו ועל שאלות שהוצגו בעבר אלא מהווים קרש קפיצה להצבת אופקי מחקר וידע חדשים.

תלמידות ותלמידי המחלקה להנדסה ביורפואית מקבלים/ות השכלה הנדסית רחבה הכוללת בסיס במתמטיקה ופיזיקה וקורסי יסוד והעמקה בהנדסה ביורפואית, יחד עם ידע עדכני ומעמיק בכימיה, ביולוגיה ורפואה. התוכנית גם כוללת מרכיבים מעשיים במעבדות ההוראה ובפרויקט הגמר. התלמידים/ות מיועדים/ות להשתלב ולהוביל בצוותי מחקר ופיתוח באוניברסיטאות ובתעשייה, ולעסוק בפיתוח ותפעול מערכות הנדסיות בבתי חולים. הלימודים במחלקה להנדסה ביורפואית מתקיימים במסגרת משולבת של הפקולטה למדעי ההנדסה והפקולטה למדעי הבריאות.

לימודי התואר הראשון מקנים ידע בסיסי רחב ברמה הגבוהה ביותר. הסטודנטים/ות בוחרים/ות מסלול התמחות במסגרת קורסי הבחירה של התואר, ובשנה הרביעית מבוצע פרויקט גמר באוניברסיטה, בתעשייה, או בבית חולים. הפרויקט כולל לימוד ויישום הידע בנושא נבחר בהנדסה ביורפואית. על מנת לאפשר העמקה נוספת בתחום העניין של הסטודנט/ית, המחלקה מעודדת סטודנטים/ות מצטיינים/ות להמשיך בלימודים לתואר שני במסלול מקוצר ולהתחיל את עבודת המחקר שלהם/ן כבר בשנה הרביעית ללימודיהם/ן.

חברות וחברי סגל המחלקה

ראש המחלקה

פרופ' עודד פרגו

נציג מדעי הבריאות

פרופ' מעוז שמיר – המחלקה לפיזיולוגיה

פרופסור מן המניין

פרופ' עודד פרגו

פרופ' אילנה ניסקי – יו"ר וועדת הוראה תואר ראשון

פרופ' עופר דונחין – יו"ר וועדת הוראה תארים מתקדמים

פרופסור חבר

פרופ' אלברטו בילנקה

פרופ' הדר בן-יואב

פרופ' יניב ציגל

מרצה בכיר

ד"ר שחר מיידנבאום

ד"ר גלית קטריבס-לוי

בדימוס

ד"ר גיורא אנדן

פרופ' אמנון סינטוב

נלווים

פרופ' גל דבוטון – המחלקה להנדסת מכונות

פרופ' רונן שגב – המחלקה למדעי החיים

לזכרם

פרופ' אמיר קרניאל ז"ל

פרופ' יהודה זעירי ז"ל

פרופ' גד שני ז"ל

פרופ' זאב אלפסי ז"ל

תכנית לימודים לתואר ראשון

תכנית לימודים לתואר ראשון (לפי סמסטרים)

ה' - הרצאה, ת' - תרגיל, מ' - מעבדה, נק"ז - נקודות זכות

שנה א'

סמסטר א'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.1071	מבוא מתמטי למהנדסים 1	1	1		1.5		
153.1.5051	אנגלית מתקדמים ב'	4			2		
201.1.9511	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 1	3	1		3.5		
201.1.9671	חשבון דיפרנציאלי להנדסת חשמל	4	2		5		
411.1.2111	אנטומיה	2	1		2.5		
371.1.1671	תכנות הנדסי	3	2		4		
360.1.0011	הדרכה בספרייה				0		
900.5.5001	לומדה להכרת החוק והנהלים למניעת הטרדה מינית				0		
	סה"כ	17	7		18.5		

הערות:

- מועמדים/ות ללא בגרות בכימיה בהיקף של 5 יח"ל או בעליות בגרות בכימיה בהיקף של 5 יח"ל בציון הנמוך מ-56, מחויבים/ות בקורס מבוא לכימיה להנדסה ביורפואית 500.5.1012 בסמסטר א' במסגרת קורס ריענון במכינה. בשבוע הראשון של סמסטר א' תתקיים בחינה על החומר בקורס (ניתן לראות את החומר הנדרש בסילבוס הקורס או לקבל את החומר לפני הבחינה ממזכירות המחלקה). סטודנטים/ות שיקבלו ציון 70 ומעלה, יהיו פטורים/ות מהמשך הקורס.
- מועמדים/ות ללא בגרות בפיזיקה מחויבים/ות בקורס מבוא לפיזיקה מכניקה 500.5.0006 בקיץ טרם תחילת לימודיהם/ן או בסמסטר א'.
- קורס הדרכת בטיחות 900.5.2002
- החל משנת חוזה תשפ"ב כל תלמיד/ה חייב/ת ללמוד שני קורסים בשפה אנגלית, מתוכם קורס אחד יכול להיות "אנגלית מתקדמים ב'" והקורס השני יהיה קורס תוכן מתוך תוכנית הלימודים במחלקה. על הקורס להיות בהיקף של 2 נק"ז לפחות. תלמיד/ה שפטור/ה מאנגלית כשפה זרה חייב/ת ללמוד שני קורסי תוכן באנגלית מתוך תוכנית הלימודים.
- מועמדים/ות יוכלו להתקבל עם עברית ברמה ו' (שיעורים ותרגולים). עליהם/ן לסיים את לימודי העברית ולהגיע לרמת פטור עד סוף השנה הראשונה של הלימודים. במידה והמועמדים/ות נרשמו ולומדים/ות קורסי עברית בשנת הלימודים הראשונה אך אינם/ן מגיעים/ות לפטור בסוף השנה, יחויבו ללמוד קורס קיץ בעברית. אם מצב לימודיהם/ן תקין, יינתנו להם/ן סמסטר אחד נוסף (סמסטר א' של שנה ב') להגיע לרמת הפטור.

סמסטר ב'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
201.1.9681	חשבון אינטגרלי ומשוואות דיפרנציאליות רגילות להנדסת חשמל	4	2		5	201.1.9511 201.1.9671	201.1.9521
203.1.1391	פיזיקה ב1	3	1		3.5	201.1.9671 500.5.0006	
411.1.1021	כימיה אורגנית	3			3	500.5.1012	
411.1.1025	ביוכימיה וביוולוגיה של התא	3			3	500.5.1012	411.1.1021
201.1.9521	אלגברה ליניארית להנדסת חשמל 2	2	1		2.5	201.1.9511	
367.1.1031	מבוא להנדסה ביורפואית	1			1	503.5.0066 153.1.5041	
367.1.2043	מעבדה בהנדסה ביורפואית 1 תהליכים			3	1.5	500.5.1012	411.1.1025
	סה"כ	16	4	3	19.5		

שנה ב'

סמסטר ג'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
201.1.9631	חדו"א וקטורי להנדסת חשמל	4	2		5	201.1.9681 201.1.9521	
203.1.1491	פיסיקה ב2	3	1		3.5	203.1.1391	
203.1.1593	מעבדה בפיסיקה			3	1.5	203.1.1391	
367.1.2323	MATLAB	2			1	201.1.9521 201.1.9671 371.1.1671	
201.1.2021	אנליזת פורייה ומערכות אורתונורמאליות לתלמידי פיזיקה	3	1		3.5	201.1.9681 201.1.9521	
201.1.9831	תורת ההסתברות להנדסת חשמל	3	1		3.5	201.1.9681 201.1.9521	
411.1.3606	פיזיולוגיה הומנית א'	4			4	411.1.1025	
367.1.1081	מבוא מתמטי למהנדסים 2	1	1		1.5	367.1.1071	
	סה"כ	20	6	3	23.5		

סמסטר ד'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
201.1.0071	פונקציות מרוכבות להנדסת חשמל	3	1		3.5	201.1.9631 201.1.9681	
201.1.0101	משוואת דיפרנציאליות חלקיות	2	1		2.5	201.1.2021 201.1.9631	201.1.0071
367.1.2131	תרמודינמיקה	3	2		4	203.1.1391 201.1.9831	
367.1.4241	מבוא לעיבוד אותות	3	2		4	201.1.2021 367.1.2323	201.1.0071 367.1.2151
367.1.2151	תורת המעגלים החשמליים	3	2		4	201.1.9631 203.1.1491 201.1.2021 367.1.2323 201.1.9521	
367.1.2061	כימיה פיזיקלית	3	2		4	201.1.9681 411.1.1025	367.1.2131
	סה"כ	17	10		22		

שנה ג'

סמסטר ה'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.3581	מבוא לתורת הבקרה	3	2		4	203.1.1391 201.1.0071 367.1.2151 367.1.2323 201.1.2021 201.1.9521	
367.1.2311	זרימה בהנדסה ביורפואית	3	2		4	201.1.9631 201.1.0101 203.1.1391	
367.1.2093	מעבדה בהנדסה ביורפואית 2 (חשמל)			4	2	367.1.2151 201.1.0071 367.1.4241	
367.1.3301	מכשור רפואי	3	1		3.5	367.1.4241 367.1.2151	
367.1.4221	אופטיקה וגלים	3	1		3.5	201.1.0101 201.1.0071 367.1.2151 367.1.4241 367.1.2323 201.1.9521	
	קורס בחירה (מקבוצה 1)				3		
	סה"כ	12	6	4	20		

סמסטר ו'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.4361	חישוב ואנליזה סטטיסטית ¹	3	2		4	201.1.9831 201.1.9521 367.1.2323 153.1.5051 201.1.9631	
411.1.3616	פיזיולוגיה הומנית ב'	4	1		4.5	411.1.3606 201.1.9671 201.1.9521 203.1.1491 201.1.9681	
367.1.3063	מעבדה בהנדסה ביורפואית 3 (מכשור)			4	2	367.1.3301 367.1.2093 367.1.2323	367.1.4361
367.1.3431	סמינר	1			0.5		
	קורסי בחירה				12		
	סה"כ	8	3	4	23		

¹הקורס ניתן בשפה האנגלית. נא לבדוק עם מרצה/ת הקורס בתחילת השנה

שנה ד'

סמסטר ז'

מקצוע צמוד	מקצוע חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם המקצוע	מס' המקצוע
	כל קורסי החובה משנים א'-ג'	4.5	9			פרויקט 1	367.1.4031
		12				בחירה	
		1.5				מעבדת בחירה (חובת אשכול)	
		18	9			סה"כ	

סמסטר ח'

מקצוע צמוד	מקצוע חובת מעבר	נק"ז	מ	ת	ה	שם המקצוע	מס' המקצוע
	367.1.4031	4.5	9			פרויקט 2	367.1.4041
		7				בחירה	
		6				כללי	
		17.5	9			סה"כ	
		162				סה"כ לכל התואר	

קורסי בחירה

קורסי הבחירה מחולקים לארבעה אשכולות: (1) **עיבוד אותות**, (2) **ביוחומרים**, **ביואלקטרוניקה והנדסת רקמות**, (3) **ביומכניקה**, ו-(4) **נוירו-הנדסה**.

- (1) אשכול **עיבוד אותות** מקנה הבנה וכלים לאיסוף ועיבוד אותות ביולוגיים כולל אותות פיזיולוגיים, קינמטיים, ותמונות.
- (2) אשכול **ביוחומרים**, **ביואלקטרוניקה והנדסת רקמות** מקנה הבנה וכלים בהבנת חומרים ביולוגיים ולא ביולוגיים, מעבר אלקטרוניים בין רקמות לבין מכשור אלקטרוני, ועד ליישומים בפיתוח משתלים ותחליפי רקמות ואברים באמצעות חומרים ביולוגיים ורקמות מהונדסות.
- (3) אשכול **ביומכניקה** מקנה הבנה וכלים לניתוח מכאני של מערכות ביולוגיות מרמת תכונות החומר הבסיסיות ותופעות המעבר, דרך רמת התא, ועד לרמת המכאניקה של תנועת השלד.
- (4) אשכול **נוירו-הנדסה** מקנה ידע במדעי המוח ובכלים הנדסיים שמאפשרים ליצר תובנות חדשות כיצד המוח עובד, להשתמש בידע הזה כדי לפתח טיפולים חדשים למוח החולה ולהשתמש בתובנות ממדעי המוח ליצירת טכנולוגיות מבוססות מוח.

את קורסי הבחירה (34 נק"ז, לא כולל מעבדת חובת אשכול) יש לבחור על פי הכללים הבאים:

- כל סטודנט/ית חייב/ת לבחור באשכול ראשי ומשני מבין ארבעת האשכולות הרשומים למעלה.
 - אשכול ראשי: מעבדת חובת אשכול, בחירה של שלושה קורסים לפחות מקבוצה 1 (ישנם אשכולות ללא בחירה), ובחירה של שני קורסים לפחות מקבוצה 2.
 - אשכול משני: בחירה של קורס אחד מקבוצה 1.
- כל סטודנט/ית חייב/ת לבחור שני קורסים לפחות ממקבץ **רפואה** המתמקד בנושאים המעמיקים את ההבנה הקלינית ומקנה כלים לשפה משותפת עם צוותי רפואה.

הקורסים הכלליים מהפקולטה למדעי הרוח (6 נק"ז) לא נסכמים כקורסי בחירה ויש לבחור על פי נהלי לימודים לתואר ראשון.

קורסים ממחלקות אחרות ומתארים מתקדמים:

ניתן להירשם לקורס הנדסי אחד **ממחלקה אחרת** מתוך הרשימה של קורסים מומלצים המופיעים בהמשך השנתון או קורס שהומלץ על ידי מנחה הפרויקט. הדבר מותנה באישור מרצה הקורס ויו"ר ועדת הוראה תואר ראשון, ומקום פנוי בקורס. תלמידים/ות עם ממוצע מצטבר מעל 80 רשאים/ות להירשם לקורסי בחירה של תואר שני של המחלקה על פי כללי הלימוד לתואר שני באישור מרצה המקצוע ויו"ר ועדת הוראה תואר ראשון ושני.

תלמידים/ות מצטיינים/ות:

המחלקה מעודדת תלמידים/ות מצטיינים/ות לבחון השתלבות במחקר במחלקה כבר בשנה השלישית ללימודיהם/ן על ידי לימוד קורס בהנחיה אישית של חבר סגל (367.1.4231 **נושאים מתקדמים בהנדסה ביורפואית**), ו/או **במסלול המהיר לתואר שני שתחילתו בסוף שנה ג' (מסלול מית"ר)**. במסלול זה מתאפשרת לתלמידים/ות מצטיינים/ות גמישות יתר בקורסי הבחירה והם/ן מוזמנים/ות להתייעץ בנושא עם יו"ר ועדת הוראה ועם כל אחד מחברי הסגל במחלקה.

אשכול עיבוד אותות

קורסי החובה באשכול (קבוצה 1): מעבדה בעיבוד אותות פיזיולוגיים, מבוא לתהליכים אקראיים, עיבוד ספרתי של אותות ועיבוד אותות פיזיולוגיים.

קורסים מקבוצה 2: עיבוד תמונה, נושאים מתקדמים בעיבוד אותות פיזיולוגיים, למידה חישובית ומדעי הנתונים הביורפואיים ומערכות ספרתיות ומבנה מחשב.

סמסטר א'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.4083	מעבדה בעיבוד אותות פיזיולוגיים			3	1.5	367.1.3063 367.1.4651 411.1.3616 367.1.4361	
411.1.3061	מבוא לתהליכים אקראיים ¹	3	2		4	201.1.9521 201.1.9681 201.1.0071 201.1.9831	
367.1.4281	עיבוד תמונה	3			3	367.1.4661	
367.2.6351	נושאים מתקדמים בעיבוד אותות פיזיולוגיים ²	3			3	367.1.4651 201.1.9831	

סמסטר ב'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.4661	עיבוד ספרתי של אותות	3	1		3.5	367.1.4241	
367.1.4651	עיבוד אותות פיזיולוגיים	3	2		4	201.1.9831 367.1.4241	
367.1.4521	למידה חישובית ומדעי הנתונים הביורפואיים	3			3	367.1.2323 201.1.9831 201.1.9521	367.1.3461
367.1.3761	מערכות ספרתיות ומבנה מחשב ³	3			3		

¹ מומלץ לקחת בסמסטר ה'

² קורס מתואר שני. באישור מרצה/ת הקורס ויו"ר וועדת הוראה תואר ראשון.

³ הקורס ניתן בשפה האנגלית. נא לבדוק עם מרצה/ת הקורס בתחילת השנה.

אשכול ביוחומרים, ביואלקטרוניקה והנדסת רקמות

קורסי החובה באשכול (קבוצה 1): מעבדה בביוחומרים וביואלקטרוניקה, ביוחומרים, ביואלקטרוכימיה, מעבר חום וחומר 1 ומכניקה של תאים.

קורסים מקבוצה 2: ביו סנסורים ומערכות מעבדה-על שבב ביו-מיקרו-אלקטרו-מכניות, שיטות בפרוטזות עצביות, חוזק חומרים להנדסה ביורפואית, תיכון אלמנטים סופיים, נושאים מתקדמים בעיבוד אותות פיזיולוגיים, עיבוד אותות פיזיולוגיים, גרפיקה הנדסית ממוחשבת, עיצוב מכשור רפואי- שימושיות, שמישות ונראות, מכניקה ודינמיקה של מערכות ביולוגיות רב-תאיות.

סמסטר א'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.3073	מעבדה בביוחומרים וביואלקטרוניקה			3	1.5	367.1.3063	
367.1.4871	ביו סנסורים ומערכות מעבדה-על שבב ביו-מיקרו-אלקטרו-מכניות	3			3		
367.1.4391	שיטות בפרוטזות עצביות	3			3	411.1.2111 203.1.1491 411.1.3606 411.1.3616 367.1.4241	
367.1.3531	חוזק חומרים להנדסה ביורפואית	3	2		4	201.1.9521 201.1.9681	
367.1.3461	תיכון אלמנטים סופיים	3			3		
367.2.6351	נושאים מתקדמים בעיבוד אותות פיזיולוגיים ¹	3			3	367.1.4651 201.1.9831	
367.1.3131	מכניקה של תאים ²	3			3	367.1.2131	

סמסטר ב'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.3231	מעבר חום וחומר 1	3	2		4	367.1.2131 367.1.2311 201.1.0101 201.1.9681	
367.1.4651	עיבוד אותות פיזיולוגיים	3	2		4	201.1.9831 367.1.4241	
367.1.3331	גרפיקה הנדסית ממוחשבת	2			2		
367.1.2811	עיצוב מכשור רפואי- שימושיות, שמישות ונראות	3			3		
367.1.4181	ביוחומרים	3	2		4	367.1.2131 367.1.2311	
367.1.4061	מכניקה ודינמיקה של מערכות ביולוגיות רב-תאיות	3			3	367.1.2311	
367.1.4591	ביואלקטרוכימיה	3	2		4	367.1.2061	

¹ קורס מתואר שני. באישור מרצה/ת הקורס ויו"ר וועדת הוראה תואר ראשון.

² הקורס ניתן בשפה האנגלית. נא לבדוק עם מרצה/ת הקורס בתחילת השנה.

אשכול ביומכניקה

קורסי החובה באשכול (קבוצה 1): מעבדה בביומכניקה, חוזק חומרים להנדסה ביורפואית, מעבר חום וחומר 1 ומבוא לרובוטיקה ויישומים להנדסה ביורפואית.

קורסים מקבוצה 2: מכניקה של תאים, תיכון אלמנטים סופיים, תכונות מכניות של רקמות חיות, מודלים של המערכת המוטורית, ביוחומרים, מכניקה ודינמיקה של מערכות ביולוגיות רב-תאיות, גרפיקה הנדסית ממוחשבת.

סמסטר א'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.3043	מעבדה בביומכניקה			3	1.5	367.1.3531 367.1.3063	
367.1.3531	חוזק חומרים להנדסה ביורפואית ¹	3	2		4	201.1.9521 201.1.9681	367.1.2311
367.1.3461	תיכון אלמנטים סופיים	3			3		
367.1.3131	מכניקה של תאים ²	3			3	367.1.2131	

סמסטר ב'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.3231	מעבר חום וחומר 1	3	2		4	367.1.2131 367.1.2311 201.1.0101 201.1.9681	
367.1.4971	מבוא לרובוטיקה ויישומים להנדסה ביורפואית ²	3	1		3.5	367.1.3581 367.1.2323 203.1.1491	
367.1.4211	תכונות מכניות של רקמות חיות ²	3			3	203.1.1391 201.1.2021	
367.1.4431	מודלים של המערכת המוטורית	3			3	411.1.3606	411.1.3616
367.1.4181	ביוחומרים	3	2		4	367.1.2131 367.1.2311	
367.1.4061	מכניקה ודינמיקה של מערכות ביולוגיות רב-תאיות	3			3	367.1.2311	
367.1.3331	גרפיקה הנדסית ממוחשבת	2			2		

¹ מומלץ לקחת בסמסטר ה'

² הקורס ניתן בשפה האנגלית.

אשכול נויר-הנדסה

קורסים מקבוצה 1: נוירואנטומיה תפקודית א' + ב' (שניהם יחד כקורס שנת), מודלים של המערכת המוטורית, חישה ותפישה של מגע, ביולקטרוכימיה, מבוא לרשתות נוירונים, למידה חישובית ומדעי הנתונים הביורפואיים, עיבוד אותות פיזיולוגיים ומעבדה בעיבוד אותות פיסיולוגיים.

קורסים מקבוצה 2: שיטות בפרוטות עצביות, מבוא לדימות מוח האדם: הדמיה מבנית ותפקודית (MRI, fMRI), מודלים של נוירונים ורשתות, מבוא לרובוטיקה ושימושים להנדסה ביורפואית, מציאות מועצמת ומדומה למחקר, טיפול ושיקום, מבוא לראייה חישובית וביולוגית, ומבוא לפסיכולוגיה קוגניטיבית למדעי הקוגניציה.

סמסטר א'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
367.1.4083	מעבדה בעיבוד אותות פיסיולוגיים			3	1.5	367.1.3063 367.1.4651 411.1.3616 367.1.4361	
197.1.0123	מבוא לפסיכולוגיה קוגניטיבית למדעי הקוגניציה ¹	2			2		
197.1.0103	נוירואנטומיה תפקודית א'	2			2	197.1.0123 411.1.3616	
367.1.4391	שיטות בפרוטות עצביות	3			3	411.1.2111 203.1.1491 411.1.3606 411.1.3616 367.1.4241	
197.1.0093	מבוא לדימות מוח האדם: הדמיה מבנית ותפקודית (MRI, fMRI)	2			2	411.1.3616	
470.2.8273	מודלים של נוירונים ורשתות ²	3			3		
367.2.5631	מציאות מועצמת ומדומה למחקר, טיפול ושיקום ²	3			3		

סמסטר ב'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
205.1.7924	מבוא לרשתות נוירונים	2			2		
197.1.0113	נוירואנטומיה תפקודית ב'	2			2	197.1.0103	
367.1.4521	למידה חישובית ומדעי הנתונים הביורפואיים	3			3	367.1.2323 201.1.9831 201.1.9521	367.1.3461
367.1.4651	עיבוד אותות פיזיולוגיים	3	2		4	201.1.9831 367.1.4241	
367.1.4971	מבוא לרובוטיקה ושימושים להנדסה ביורפואית ³	3	1		3.5	367.1.3581 367.1.2323 203.1.1491	
202.2.5641	מבוא לראייה חישובית וביולוגית ²	4	1		4.5	371.1.1671 367.1.4361	
367.2.5741	חישה ותפישה של מגע ²	3			3		
367.1.4431	מודלים של המערכת המוטורית	3			3	411.1.3606	
367.1.4591	ביולקטרוכימיה	3	2		4	367.1.2061	

¹ מומלץ ללמוד את הקורס בשנה ג' למי שמעוניין/נת ללמוד את הקורס 197.1.0103 בשנה ד'.

² קורס מתואר שני. באישור מרצה/ת הקורס ויו"ר וועדת הוראה תואר ראשון.

³ הקורס ניתן בשפה האנגלית.

מקבץ רפואה

סמסטר א'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
411.1.4022	אתגרים ברפואה : מבעיות קליניות לפתרונות הנדסיים	3			3	411.1.3606	
411.1.2211	גנטיקה מולקולרית	3			3	411.1.1025	
470.2.9293	נירוביולוגיה של מערכות תפקודיות	3			3		
411.1.3151	טכניקה ושימוש קליני בדימות רפואי	2			2		
470.2.8273	מודלים של רשתות נוירונים	3			3		

סמסטר ב'

מס' המקצוע	שם המקצוע	ה	ת	מ	נק"ז	מקצוע חובת מעבר	מקצוע צמוד
411.1.3321	פתולוגיה כללית ומערכות	3			3		
470.2.8008	רשתות נוירונים : זיכרון, למידה וקידוד עצבי	3			3		

קורסים מומלצים ממחלקות אחרות (על בסיס מקום פנוי ובאישור מרצה הקורס ויו"ר וועדת הוראה תואר ראשון):

361.1.1025 יסודות האופטימיזציה

361.1.3051 תורת המטריצות

361.1.4741 בקרה לא לינארית

361.1.3811 תכנות מונחה עצמים

361.1.2171 מבוא להתקני מוליכים למחצה

361.1.3011 שדות אלקטרומגנטיים

361.2.0726 מבוא לאקוסטיקה

361.1.3911 הנדסת לייזרים

362.1.4071 מכניקה של חומרים מרוכבים

362.1.4383 זרימה צמיגה

362.1.3111 מבוא לתורת האלסטיות

362.1.4111 מבוא לטכנולוגיה של חלקיקים ואבקות

362.1.4422 מבוא למערכות אלקטרו-מכאניות זעירות

362.1.4201 מיקרו-מחשב במערכות מכניות

362.1.5732 מבוא לבקרה לינארית מודרנית

362.1.4242 תכנון ובניה של מערכות בקרה שימושיות

362.1.4791 תורת התנודות

362.1.4704 מבוא לאינטראקציה זורם מבנה

363.1.3271 ננו מבנים וחומרים רכים

363.1.4561 מבוא לתורת הפולימרים

364.1.1581 פיתוח תכנית עסקית לפרויקט טכנולוגי

365.1.3211 פולימרים

365.1.4131 טכנולוגית מוליכים למחצה

205.1.9501 מבוא לתכנות בשפת PYTHON

תחומי המחקר של סגל המחלקה

ד"ר גיורא אנדן: חישובי זרימה ומעבר חום וחומר בביורפואה, דינמיקת אוכלוסיות, מודלים מתמטיים של הובלה ושחרור תרופות באמצעות ננו חלקיקים, מודלים מתמטיים של מערכות ביולוגיות.

פרופ' אלברטו בילנקה: שימוש בטכנולוגיות אופטיות ופוטוניות מתקדמות ליישומים בביורפואה כגון דימות ביולוגי ברזולוציה ננומטרית ואבחון מחלות דם.

פרופ' הדר בן-יואב: ביו-אלקטרוניקה, התקנים מיקרו- וננו-אלקטרוניים, ביוסנסורים, והתקנים לאבחון וטיפול רפואי. מערכות המשלבות ביולוגיה ומיקרואלקטרוניקה לחישה ותמרון של סממנים ביולוגיים וכימיים, ויישומן בפתרון בעיות מתחומי הביולוגיה והרפואה.

פרופ' גל דבוטון: ביומכניקה של רקמות רכות.

פרופ' עופר דונחין: כיצד רכישת כישורים חדשים משנה את מערכת העצבים, הן ברמה ההתנהגותית והן ברמה הפסיכולוגית, בעיקר תוך התבוננות במבנה ותפקוד המוח הקטן.

ד"ר שחר מיינדבאום: קשר שבין האדם והמרחב, מהתנהגות וייצוג מוחי לכלים לשיקום והעצמה. תחושת נוכחות, תפיסה חושית, למידה, ניווט וזיכרון מרחביים במרחבים אמיתיים, מדומים (VR) ורבודהים (AR). פיתוח טכנולוגיות עזר ושיקום כמענה לאתגרים חושיים, מוטוריים וקוגניטיביים.

פרופ' אילנה ניסקי: רובוטיקה רפואית וחקר המוח. ניצול ההבנה של תהליכי בקרת התנועה והתפישה במוחו של הרופא לפיתוח, בקרה, וניתוח רובוטים רפואיים חדשניים (בדגש על רובוטים לניתוחים). חקר המוח על ידי למידת האינטראקציה של הרופאים עם אותם רובוטים.

פרופ' אמנון סינטוב: פרמצבטיקה, מערכות להולכת תרופות, מערכות טרנסדרמליות, טופיקליות ומוקוזליות, פרמקוקינטיקה ושחרור מבוקר של חומרים פעילים.

פרופ' עודד פרגו: ביופיזיקה תיאורטית-חישובית: ממברנות ביולוגיות, אינטראקציות חשמליות, תכונות פסקליות ודינמיקה של מערכות ביולוגיות מורכבות. דיפוזיה במערכות מורכבות – תיאוריה ופיתוח אלגוריתמים

פרופ' יניב ציגל: עיבוד אותות פיזיולוגיים, אנליזת אותות אקוסטיים ודיבור, חקר בעיות שינה, נשימה ולב.

ד"ר גלית קטריבס-לוי: ביו-חומרים: פיתוח חומרים ביו רפואיים בטכנולוגיות של הדפסה תלת ממדית כגון מפרק ירך בעל מבנה סריגי, רקמת עצם המבוססת על היידרוג'ל ותאים, ושתל המאפשר שחרור מבוקר של תרופה כימותרפית לסרטן מוח.

פרופ' רונן שגב: קידוד ועיבוד אינפורמציה במוח במערכות הראיה והזיכרון.

פרופ' מעוז שמיר: תאוריה של קידוד עצבי ולמידה במערכת העצבים המרכזית.

מית"ר להנדסה (מצטיינים/ות תואר ראשון)

מטרת המסלול היא קידום מהיר של תלמידים/ות מצטיינים/ות עם פוטנציאל גבוה להשתלב במחקרים בחזית המדע. המסלול מיועד לתלמידים/ות תואר ראשון בהנדסה ביורפואית בסוף הסמסטר השישי. במסגרת המסלול, ישולבו לימודי התואר הראשון והתואר השני והתלמידים/ות יוכלו לסיים את התואר הראשון בתוך שנה (בתום סמסטר שמיני) ואת התואר השני תוך שנת לימודים נוספת אחת (תום סמסטר עשירי). תלמידים/ות אלו יוכלו להגיש בקשה לעבוד כעוזרים/ות הוראה ויהיו זכאים/ות למערכת סיוע (מלגת קיום). פרטים על נהלי הקבלה, תכנית הלימודים ותנאי הפרישה מהמסלול ניתן למצוא בשנתון הפקולטה.

מסלול קש"ת (קיצור ושילוב תארים)

המסלול מאפשר לתלמידים/ות המחלקה להנדסה ביורפואית, המעוניינים/ות להמשיך ללימודי תואר שני מחקרי, לשלב לימודי תואר שני כבר במהלך שנת הלימודים האחרונה בתואר הראשון. המסלול מיועד לתלמידים/ות שעומדים/ות בספי הקבלה לתואר שני של המחלקה, ומתחילים/ות בסמסטר א' פרויקט באופן יחידני אצל חבר סגל קבוע או נלווה במחלקה. הסמסטר הראשון של הפרויקט מהווה תקופת נסיון ובסוף הסמסטר הראשון, תלמידים/ות שמעוניינים/ות בכך ושיש להם/ן אישור מנחה, יוכלו להצטרף לתוכנית.

הצטרפות למסלול מהווה התחייבות להמשיך ללימודי תואר שני ולהרחיב את הפרויקט לעבודת גמר מחקרית. תלמידים/ות שהצטרפותם/ן למסלול קש"ת תאושר חייבים/ות לקחת שני קורסי תואר שני עודפים במהלך שנת הלימודים האחרונה שלו בתואר הראשון כאשר שכר הלימוד של אותם קורסים תמומן על ידי המחלקה. בנוסף, התלמידים/ות יקבלו מלגת קיום בסמסטר האחרון ללימודי התואר הראשון בתנאי שהתלמידים/ות יקדישו את רוב זמנם/ן ללימודים ומחקר ולכן אינם/ן עובדים/ות מחוץ לאוניברסיטה.

תכנית לימודים לתואר שני

כללי

ההתקדמות במדע מותנית בקיום עקבי ובלתי פוסק של מחקר הכולל איסוף נתונים, ניתוח הידע הקיים, העמדת התיאוריות המדעיות במבחן המידע החדש שמצטבר והצעת תיאוריות חדשות. המחקר הוא גולת הכותרת של העיסוק המדעי והוא מגדיר את חזית הידע. ההתנסות במחקר היא בעלת חשיבות עליונה בחינוך לחשיבה עצמאית, יצירתית וביקורתית ולהצמחת דור חדש של חוקרים. קיימות במחלקה אפשרויות מגוונות להשתלבות ועיסוק במחקר במסגרת לימודי המוסמכים.

לימודי התואר השני בהנדסה ביורפואית מיועדים להעמיק את הידע ההנדסי והרפואי, לאפשר לסטודנטים להגדיר בעיה מחקרית ולבצע עבודת מחקר מקורית בהנחיית איש סגל מהמחלקה.

תנאי קבלה

סטודנטים צריכים לעמוד בתנאי סף של ממוצע 80 ומדרג בחצי העליון של הכיתה. בנוסף, סטודנטים נדרשים למצוא מנחה מבין חברי הסגל של המחלקה (הרגילים והנלווים) ולהגיש מכתב מהמנחה. אם למנחה המיועד יש היכרות מעמיקה עם המועמד, מכתב זה יכול להיחשב כאחד ממכתבי ההמלצה הדרושים.

סטודנטים עם תואר ראשון בתחום שאינו הנדסה ביורפואית מוזמנים להגיש מועמדות אם מצאו מנחה מתאים.

כל בקשה נשקלת באופן פרטני על ידי ועדת הוראה לאחר שהתיק המלא מתקבל במדור רישום ותוך כדי התייעצות עם המנחה המיועד. השלמות, אם נדרשות, נקבעות באופן פרטני בהתייעצות עם המנחה המיועד כך שטיבו באופן המירבי עם הצרכים האקדמיים של אותו סטודנט.

צבירת נקודות זכות

תלמיד לתואר שני בהנדסה ביורפואית חייב לצבור 36 נקודות בלימודי מוסמכים: תכנית הלימודים כוללת לימודים בהיקף של 21 נק"ז ותזה בהיקף של 15 נק"ז.

תזה

כל תלמיד לתואר שני יגיש תזה בהיקף של 15 נקודות בנושא מתחום ההנדסה הביורפואית. העבודה תבוצע בהנחיית חבר סגל מהמחלקה להנדסה ביורפואית. מספר קורס 367-2-6001 עבודת גמר, כתיבת עבודת תזה 367-2-7777

מקצועות חובה לתואר שני

כל סטודנט יידרש לקורס חובה אחד מתוך הרשימה הבאה, לפי החלטת ועדת הוראה למוסמכים בהתייעצות עם המנחה:

שם הקורס	מספר קורס
שיטות אנליטיות מתקדמות להנדסה ביורפואית ¹	367.2.5331
שיטות סטטיסטיות מתקדמות ¹	367.2.5561

¹ הקורס ניתן בשפה האנגלית. נא לבדוק עם מרצה/ת הקורס בתחילת השנה.

במהלך הלימודים מתקיים סמינר שבועי קבוע 367.2.5191+367.2.5192 שאליו מוזמנים מרצים אורחים והמהווה קורס חובה לכל סטודנט ללימודי מוסמכים **בכל** שנות הלימודים. כל סטודנט חייב להירשם לקורס זה בכל סמסטר מחדש במהלך לימודיו. ניתן להחסיר עד 2 סמינרים בשנת לימודים אחת. חריגות יאושרו בכפוף להחלטת אחראי הסמינרים. במסגרת הקורס נדרש כל סטודנט לתת הרצאה סמינריונית המסכמת את עבודת המחקר שלו.

כל סטודנט העובד 4 שעות לפחות ביממה, 3 ימים בשבוע במשך חודשיים בשנה חייב לעבור קורס בטיחות כימית וביוטכנולוגית במעבדה. את הקורס צריך לקחת כל שנה במהלך הלימודים. הקורס הינו מקוון וניתן לגשת אליו דרך הוראה מתוקשרת Moodle. מספר הקורס 900.5.2002

מקצועות בחירה לתואר שני

יתרת הנק"ז תילקח מרשימת הקורסים הבאה, בהמלצת המנחה ואישור ועדת הוראה:

שם הקורס	מספר קורס
רובוטיקה רפואית	367.2.6331
חישה ותפישה של מגע	367.2.5741
נושאים מתקדמים בעיבוד אותות פיזיולוגיים	367.2.6351
מציאות מועצמת ומדומה למחקר, טיפול ושיקום	367.2.5631

מספר קורס	שם הקורס
367.2.6631	הדפסה תלת ממדית ברפואה
367.2.5651	ביו-שבבים, ביו-גלאים וביו-אלקטרוניקה

בהמלצת מנחה ובאישור ועדת הוראה, ניתן לקחת עד 2 קורסים מבין רשימת הקורסים הבאים הניתנים ע"י מחלקות אחרות:

מספר קורס	שם הקורס
202.2.6151	שיטות אופטימיזציה ושימושיהן
205.2.8091	מבוא לרשתות עצביות ומודלים של מערכת העצבים
361.2.1050	אופטיקה לא לינארית
361.2.1120	למידה עמוקה ושימושיה לעיבוד וניתוח אותות ותמונות
361.2.2120	עיבוד אותות שמע
361.2.2130	נושאים באנליזה סטטיסטית מרובת משתנים
361.2.5691	אשכול ולמידה ממוחשבת בלתי מודרכת
361.2.6021	נאנואלקטרוניקה
361.2.6281	שיטות אופטימיזציה
362.2.5401	מערכות מכטרוניות
362.2.5481	ניווט ובקרת רובוטים
364.2.1031	למידה עמוקה עם חיזוקים
364.2.1671	עקרונות של יזמות וחדשנות טכנולוגיים
369.2.5081	עקרונות תרמודינמיקה סטטיסטית בביחומרים וחומר רך
369.2.5231	עקרונות מולקולריים של ביחומרים ברפואה רגנרטיבית
369.2.6611	ביוחישינים מתקדמים
369.2.6629	ביוטכנולוגיה אנליטית
377.2.5091	יסודות והתקני מצב מוצק
240.2.0013	עקרונות מטאבולומיקה לשימוש במחקר בתחומים ביו-רפואיים

השתתפות בקורסים האלה מותנה גם באישור המחלקה הנותנת את הקורס ומנחה הקורס. קורסי השלמה/חובה נוספים, ייקבעו על סמך תחום התמחות הרצוי בתואר שני והישגי הסטודנט בתואר ראשון וכוללים מקצועות יסוד, קורסים הנדסיים מתקדמים וקורסי מעבדה בתחומי ההנדסה הביורפואית.

תואר דוקטור לפילוסופיה

כללי

הלימודים ועבודת המחקר לקראת התואר "דוקטור לפילוסופיה" לתלמידי מחקר במחלקה להנדסה ביורפואית יהיו במסגרת בית הספר ללימודי מחקר מתקדמים ע"ש קרייטמן ובהתאם לתקנות ולסדרי הלימודים המפורטים בתקנון האקדמי של אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

תנאי קבלה

בהתאם לנהלים המחייבים בבי"ס קרייטמן ללימודי מחקר מתקדמים ועל פי החלטת יו"ר הועדה ללימודי מוסמכים.

מקצועות חובה לתואר שלישי

367.2.5331 שיטות אנליטיות בהנדסה ביורפואית או 367.2.5561 שיטות סטטיסטיות מתקדמות, בהתאם להחלטת הועדה ללימודי מוסמכים.

קורסי השלמה/חובה נוספים, ייקבעו על סמך תחום התמחות הרצוי בתואר שני והישגי הסטודנט בתואר ראשון וכוללים מקצועות יסוד, קורסים הנדסיים מתקדמים וקורסי מעבדה בתחומי ההנדסה הביורפואית.

במהלך הלימודים מתקייים סמינר שבועי קבוע שבו מוזמנים מרצים אורחים והמהווה קורס חובה לכל סטודנט ללימודי תואר שלישי בכל שנות הלימודים. ניתן להחסיר עד 2 סמינרים בשנת לימודים אחת. חריגות יאושרו בכפוף להחלטת אחראי הסמינרים. במסגרת הקורס נדרש כל סטודנט לתת הרצאה סמינריונית המסכמת את עבודת המחקר שלו.