

# היחידה להנדסת אלקטרואופטיקה

## רקע כללי סגל ההוראה של היחידה תכנית לימודים לתואר שני

### רקע כללי

#### א. כללי

פעילות המחקר והפיתוח בתחומי האלקטרואופטיקה והפוטוניקה התעצמה מאד בשנים האחרונות עם פריסתן של טכנולוגיות אלו על פני מגוון רחב ביותר של צרכי החיים, החל מתקשורת סיבים אופטיים, מערכות הדמאה (מצלמות) בתחום נרחב של אורכי גל, מחשוב אופטי, עבור למערכות צגים ומערכות אופטו-רפואיות וכלה ביישומים אופטיים לעיבוד אותות ותמונה. טכנולוגיות אלו מהוות חלק נכבד מפעילות הפיתוח של תעשיות עתירות מדע בארץ ובעולם וככל שאנו מתקדמים במאה העשרים ואחד, אור ופוטוניקה מתחילים לתפוס מקום נכבד בחיי היום יום שלנו. סיבים אופטיים, בשילוב עם התקנים אלקטרואופטיים כמו לייזרים של מוליכים למחצה וגלאים מהירים חוללו מהפכה בעולם התקשורת בעשרים שנה האחרונות. פוטוניקה וסיבים אופטיים משנים את חיינו: הם מאפשרים לנו להתחבר לטלוויזיה היי דפנינשין, ערוצי קול, מידע ותקשורת דיגיטלית ברוחב פס של מאות מגה-ביט. שיטות הדמאה אופטיות מאפשרות לנו לגלות גידולים סרטניים עם אור בלי הצורך לביופסיה. לייזרים ברפואה מאפשרים ניתוחים רפואיים כמו בעיניים וטיפולים איכותיים שלא היו אפשריים קודם. מערכות חישה מרחוק וראיית לילה מאפשרות דרגת מיגון ובטחון גבוהים.

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב הינה הראשונה בארץ המציעה תכניות לימודים באלקטרואופטיקה לתארים גבוהים. היחידה פתוחה לבוגרי מחלקות הפקולטה למדעי ההנדסה או לבוגרי מחלקות הפקולטה למדעי הטבע.

האוניברסיטה מציעה תכנית לימודים לתואר שני ושלישי ביחידה להנדסת אלקטרואופטיקה בפקולטה למדעי ההנדסה. תכנית הלימודים כוללת נושאי טכנולוגיה עילית (היי-טק), כגון: תקשורת אופטית בסיבים, תקשורת מחשבים, תקשורת לוויינים אופטית, עיבוד נתונים אופטי, מצלמו חכמות מבוססות-VLSI, הדמאה תלת מימדית, הדמאה תרמית, עיבוד והבנת תמונה, צגים ומאפנני אור מרחביים, אופטיקה ביו-רפואית, חיישנים אופטיים ביולוגיים, אופטיקה לא-ליניארית ולייזרים.

היחידה מציעה שישה תחומי התמחות אפשריים: (1) מערכות הדמאה ועיבוד תמונה. (2) תקשורת אופטית. (3) התקנים אופטו-אלקטרוניים להדמאה וצגים. (4) אופטיקה ביו-רפואית. (5) מחשוב אופטי. (6) אופטיקה קוונטית ולא-ליניארית.

בנוסף, כוללת תכנית הלימודים קורסי אלקטרואופטיקה כלליים כגון: אופטו-מכניקה, תכנון אופטי להדמאה, תכנון אופטי לריכוז עצמה באנרגיה סולרית והתפשטות גלים א"מ בתווך

ביולוגי ושיטות אופטיות לדיאגנוסטיקה. המגוון הרחב של המקצועות מיועד לאפשר לבוגרי תכניות אלו להשתלב בתעשייה המתפתחת בארץ.

היחידה מציעה שני מסלולי לימודים : מסלול עם עבודת גמר ומסלול עם סמינר מסכם. קיימת אפשרות ללמודי תואר שלישי (Ph.D) באלקטרואופטיקה לבוגרי תואר שני, בתחומי לימוד מתאימים.

חברי הסגל של היחידה עוסקים במחקר והוראה בתחומי האלקטרואופטיקה. בנוסף לכך, קיימת פעילות ענפה של חברי סגל ממחלקות שונות בפקולטות להנדסה ולמדעי הטבע בתחום זה. פעילות זו מתבטאת הן בשותפות בפעילות ההוראה ביחידה, הן בהנחיית תלמידים לתיזה והן במחקרים משותפים הנפרשים על פני המגוון הרחב של טכנולוגיות האלקטרואופטיקה.

## **ב. דרישות אקדמיות**

סטודנטים ללא תואר בהנדסת חשמל חייבים ללמוד את המקצוע "מושגים בהנדסת חשמל" (37720011) כקורס השלמה.  
סטודנטים ללא לימודים בסיסיים באופטיקה נדרשים לקחת את הקורס "מבוא להנדסת אופטיקה" (37725575) או/ את הקורס " מבוא להתפשטות גלים וקרני אור" (3772580).  
קורסי השלמה אלו יהיו בנוסף לקורסי השלמה שיקבעו ע"י ועדת הקבלה.

**סטודנטים לא יורשו ללמוד קורסים מתקדמים לתואר ללא סיום ההשלמות שנקבעו.  
קיים קורס שניתן ללמודו במקביל לקורסי השלמה :  
37725091 - "יסודות והתקנים של מוליכים למחצה"**

- באישור מוקדם של יו"ר וועדת הוראה ניתן להירשם לקורס רלוונטי (ללא קורס חוסם) מאחת המחלקות בפקולטה להנדסה או/ טבע.

## סגל ההוראה של היחידה להנדסת אלקטרואופטיקה

חברי הסגל של היחידה הנם אנשי סגל המשתייכים השתייכות ראשונית לאחת המחלקות של הפקולטה למדעי ההנדסה או של הפקולטה למדעי הטבע באוניברסיטת בן-גוריון בנגב, ועקב עיסוקיהם והתעניינותם בנושאים הקשורים אלקטרואופטיקה, משתתפים בפעילויות היחידה:

### חברי סגל אקדמי

ראש המחלקה : אברהים עבדולחלים

עוזי אפרון

עזרא בר-זיו

אדריאן שטרן

יצחק יצחקי - במעמד בתר-דוקטור

נתן קופיקה- המינוי במח' להנדסת חשמל ומחשבים

### חברי סגל ממחלקות אחרות העוסקים במחקר והוראה בתחומי האלקטרואופטיקה

#### הפקולטה למדעי ההנדסה

מאיר אלג'ים

שלומי ארנון

נתן בלאושטיין

יהודה בן-שימול

יצחק דינשטיין

הוגו גוטרמן

שלמה גרינברג

שלמה הבא

#### הפקולטה למדעי הטבע

יהודה בנד

אילנה בר

אלכסנדר גרסטן

שאול מרדכי

ראובן שוקר

#### הפקולטה למדעי הרוח וחברה

דן בלומברג

#### המכון לחקר המדבר

ג'ף גורדון  
ארנון קורניאלי  
**המכון למחקר שימושי**  
אברהם קודיש  
**מרצים מן- החוץ**  
ג'ון גולוב  
מוטי חרדים  
משה פינרוב  
טטיאנה קוסובורד

עופר הדר  
אורלי ידיד-פכט  
יהונתן מולכו  
רוברט מרקס  
צבי רוזנברג  
דן שדות  
יוסי רוזן  
ראובן שביט  
דוד שנער

## תכנית לימודים לתואר שני

תכנית הלימודים בהנדסת אלקטרואופטיקה כוללת הרצאות, מעבדות, עבודת גמר מחקרית או סמינר מסכם על-פי הפירוט הבא:

מסלול עם סמינר מסכם			מסלול עם עבודת גמר		
נק"ז	מס' קורסים	קבוצת קורסים	נק"ז	מס' קורסים	קבוצת קורסים
6	3	חובה	6	3	חובה
9	3	קב' א' – בחירה תחומית	9	3	קב' א' – בחירה תחומית
12	4	קב' ב' – בחירה התמחותית	6	2	קב' ב' – בחירה התמחותית
3	1	קב' ג' – בחירה כללית	3	1	קב' ג' – בחירה כללית
6		סמינר מסכם	12		עבודת גמר
36		סה"כ	36		סה"כ

### קורסי חובה: -

37725236 "עקרונות מתמטיים באלקטרואופטיקה" 3.0 נק"ז  
דרישת קדם "מושגים בהנדסת חשמל" /או תואר ראשון בהנדסת חשמל.

37725133 "מעבדה לאלקטרואופטיקה" 3.0 נק"ז

דרישת קדם: מיועד לסטודנטים אשר צברו 6 נק"ז לתואר

37728889 סמינר מחלקתי 0.0 נק"ז

מיועד לסטודנטים לעבודת גמר וסמינר מסכם הנמצאים בשלבי סיום עבודת המחקר.

סטודנטים לתואר שני בהנדסת אלקטרואופטיקה חייבים ללמוד את רוב נקודות הזכות במקצועות של הפקולטה למדעי ההנדסה. כל המקצועות הרשומים ואינם מצוינים בכוכבית ניתנים בפקולטה למדעי ההנדסה.

**קבוצה א' - קורסי בחירה תחומית:** יש לבחור שלושה קורסים, אחד מכל תחום, מתוך שבעת התחומים המוצעים. התחומים הם: מערכות עיבוד תמונה והדמאה (imaging); תקשורת אופטית; אופטואלקטרוניקה ו-VLSI להדמאה; אופטיקה ביו-רפואית; מחשוב אופטי; אופטיקה קוואנטית ולא-לינארית, ומקצועות אלקטרואופטיקה כלליים.

### **קבוצה ב' קורסי בחירה התמחותית:**

הקורסים בקבוצה זו כוללים: 2 קורסים למסלול עם עבודת גמר או 4 קורסים למסלול עם סמינר מסכם.

יש לבחור קורסים אלה מתחום אחד בלבד שבו מעוניינים להתמחות (מומלץ מתחום המחקר של הסטודנט).

### **קבוצה ג' קורסים כלליים:**

קורס בחירה חופשי מתוך שבעת התחומים.

סה"כ מספר הקורסים בתחום ההתמחות יהיה שניים למסלול עבודת גמר וארבעה למסלול סמינר מסכם .  
 מקצועות שבעת התחומים מפורטים להלן. בבחירת המקצועות יש להתייחס גם לדרישות הקדם המופיעות בפרשיות הלימוד.

### תחום א' : מערכות עיבוד תמונה והדמאה

(Image processing and Imaging Systems)

מס' מקצוע	שם מקצוע	נק"ז
37725011	מערכות הדמאה 1	3.0
37725021	מערכות הדמאה 2	3.0
36125481	התפשטות גלים בתווך אקראי	3.0
36126051	נושאים נבחרים באופטיקה פיסיקלית	3.0
37725031	עיבוד ממוחשב של תמונות	3.0
36125361	עיבוד ספרתי של תמונות	3.0 מקצוע חוסם: 37725031
36125201	מערכות לגילוי דמויות ולתצוגתן	3.0 מקצוע חוסם: 37725011 או 37725021
36126291	נושאים נבחרים בעיבוד ספרתי של תמונות	3.0 מקצוע חוסם: 37725031
37725211	נושאים נבחרים בעיבוד תמונה	3.0 מקצוע חוסם: 37725031
36125011	עיבוד אותות ספרתי של מידע היפרספקטרי	3.0
36126351	שיערוך פרמטרי של שדות אקראיים	3.0
36125611	אופטיקה סטטיסטית	3.0
37725232	מבוא לאופטיקה של אטמוספירה	3.0 מקצוע חוסם: 37725021
37725233	מבוא לחישה מרחוק	3.0

**תחום ב': תקשורת אופטית (Optical Communication)**

מס' מקצוע	שם מקצוע	נק"ז
37725061	יסודות תקשורת בסיבים אופטיים	3.0
36126411	טכנולוגיות מתקדמות בתקשורת אופטית	3.0 מקצוע חוסם: 37725061
37725571	רשתות תקשורת אופטית	3.0 מקצוע חוסם: 37725061
36125931	תקשורת ניידת לווינית	3.0
37725071	נושאים נבחרים בתקשורת אופטית אלחוטית	3.0
37725081	שידור וידאו ברשת האינטרנט	3.0
37725201	פרוטוקולים ואלוגריתמים לשידור אמין ויעיל של מולטימדיה על רשת האינטרנט	3.0 מקצוע חוסם: 37725081
37725583	מעבדה לתקשורת אופטית	3.0 מקצוע חוסם: 37725571

**תחום ג': אופטואלקטרוניקה ו- VLSI להדמאה**

מס' מקצוע	שם מקצוע	נק"ז
20313141	תורת הקוונטים 1	0.0
36125351	אופטיקה משולבת ושימושיה בתקשורת	3.0 מקצוע חוסם: 37725091
37725091	יסודות והתקנים של המוליכים למחצה	3.0
37725101	טכנולוגיות ייצור התקנים אלקטרואופטיים	3.0
37725111	התקני מוליכים למחצה אלקטרואופטיים	3.0 מקצוע חוסם: 37725091
37725181	מבוא ל- VLSI להדמאה	3.0 מקצוע חוסם: 36113021 (מע. ספרתיים) 36113661 (מע. אנלוגיים)
36125661	גלאים בטכנולוגיות CMOS	3.0 מקצוע

חוסם: 37725181 או/36113701 באישור מרצה		
3.0 מקצוע חוסם: במקביל 37725181 או/36113701	תכנון VLSI למצלמות דיגיטליות	37725171
3.0 מקצוע חוסם: 37725181	תכנון VLSI מתקדם למצלמות ספרתיות	37725191
3.0 מקצוע חוסם: 37725221 או/36126371 או/37725011	מאפנני אור מרחביים והתקני צגים	37725231

### תחום ד': אופטיקה ביו-רפואית

מס' מקצוע	שם מקצוע	נק"ז
37725572	תכונות אופטיות של ביו-חומרים	מקצוע חוסם: 37725575
37725573	מכשור ביו-רפואי	3.0 מקצוע חוסם: 37725221 או/ 37725236
37725574	אופטיקה של העין והראיה	3.0 מקצוע חוסם: 37725221 או/ 37725236
36926473	מקרוסקופית אור והדמאה דיגיטלית + מעבדה	3.5 מקצוע חוסם: 37725575



## תחום ה': מחשוב אופטי (Optical Computing)

מס' מקצוע	שם מקצוע	נק"ז
36126371	הולוגרפיה ודיפרקציה אופטית	3.0
36125611	אופטיקה סטטיסטית	3.0
37725121	מערכות ראייה ברשתות עצביות	3.0
37725221	תכנון אופטי לרכיבים ריפרקטיביים ודיפרקטיביים	3.0 מקצוע חוסם: במקביל - 37725011
37725234	איחסון נתונים אופטי	3.0 מקצוע חוסם: 37725221 או/ 36126371

## תחום ו': אופטיקה קוונטית ולא לינארית

### (Quantum and Non-Linear Optics)

מס' מקצוע	שם מקצוע	נק"ז
20313141	תורת הקוונטים *1	3.0
37725235	הנדסת שימושי לייזרים	3.0
20324331	לייזרים ושימושיהם*	3.0 מקצוע חוסם. 20313141
36121050	אופטית לא לינארית	3.0
36125271	אלקטרוֹדִימיקה מתקדמת	3.0
36125531 20324911	יסודות האלקטרוניקה הקוונטית	3.0
24024681 20325011	אינטראקציה של קרינה עם חומר א*	3.0
24024691	אינטראקציה של קרינה עם חומר א  *	3.0
20324321	אופטיקה קוונטית*	3.0
37725041	לייזרים מצב מוצק מתקדמים	3.0 מקצוע חוסם: 36125181
37725051	תכונות פיסיקליות של גבישים	3.0
20325001	אות ורעש בפיסיקה ניסיונית*	3.0
20324831	פיסיקה סביבתית*	3.0

### תחום ז': מקצועות אלקטרואופטיקה כלליים

מס' מקצוע	שם מקצוע	נק"ז
36125341	התפשטות גלים בתווך ביולוגי	3.0
37725151	מבוא לתכנון אופטומכני	3.0 מיועד לבעלי תואר ראשון בהנדסת מכונות
37725161	תכנון אופטי מתקדם לריכוז עצמה ולתאורה	3.0
37725237	מבוא לתכנון אופטי	3.0 מקצוע חוסם: 37725011
37725576	שיטות אופטיות בדיאגנוסטיקה	3.0 מקצוע חוסם: 37725011 /או 37725576
37725577	יזמות עסקית באלקטרואופטיקה	3.0 מקצוע חוסם: 37725575 37725133
37725578	מטרולוגיה אופטית	3.0 מקצוע חוסם: 37725575
3772.....	מעבדת אופטיקה ופוטוניקה מתקדמת (חדש)	3.0 מקצוע חוסם: 37725011 37725021 37725133

## עבודת מחקר

עבודת גמר (קורס מס. 37726001) : על הסטודנט להגיש עבודת מחקר בהיקף של 12 נק"ז.  
סמינר מסכם במסלול ללא עבודת גמר (קורס מס. 37728811) : על הסטודנט להגיש עבודת מחקר בהיקף של 6 נק"ז.

1. אופן הגשת הצעה לסמינר המסכם:  
יש להגיש את ההצעה לנושא הסמינר על טופס מיוחד חתום ע"י המנחה ומאושר ע"י יו"ר ועדת הוראה.
2. שיפוט העבודה הסופית:  
העבודה הסופית תיבדק ותוערך ע"י המנחה והערכה נוספת של הסמינר תינתן ע"י חבר סגל אחד לפחות. הדיווח על הציונים יועבר ע"י המנחה למזכירות לימודי מוסמכים ויעבור אישור של יו"ר ועדת הוראה.
3. הצגת העבודה:  
סמינר מסכם /או עבודת גמר  
במסגרת הסמינר המחלקתי ניתן להציג את העבודה בתאריכים אשר יקבעו מראש ע"י ראש היחידה.

\* מקצועות הניתנים ע"י הפקולטה למדעי הטבע. יתר המקצועות ניתנים ע"י הפקולטה להנדסה.  
\*\* קורס חובה