



החוג למדעי המחשב

חוג לימודים לתואר B.Sc. (חד חוגי)

ו-B.A. (דו-חוגי)

שנה"ל תשפ"א

ראש החוג : ד"ר עפר שיר

חברי הסגל האקדמי :

פרופסור חבר : פרופ' רן זיו, פרופ' יזהר לבנר, פרופ' דני קוטלר

מרצה בכיר : ד"ר שלמה חורי, ד"ר תמר צמח, ד"ר עפר שיר, ד"ר איתי שרון

מרצה : ד"ר אלעזר בירנבוים, עו"ד תמר גוטגולד כהן, ד"ר מיכל הורוביץ, ד"ר

סולומון וישקאוץ, ד"ר רון סיון, ד"ר יוסי קניזו

מורה בכיר : ד"ר דוניטה כהן, מר אלכסנדר רואינסקי

עמיתי הוראה : מר שמעון אושר, ד"ר עידן איזנר, מר חיו בוקובזה, ד"ר דורון בן-צבי, הגב'

אתי ברגר, מר יניב ברקאי, ד"ר רועי טפר, ד"ר בוריס יאזמיר, מר אסף

ישראל, ד"ר איאד סלימאן, גב' אביבה עבדול, מר גדי שור

עוזרי הוראה : גב' הינד אבו-סלאת, מר טל אבויז, מר רומן גלגור, מר עידו דן,

מר אסף כפתורי, מר אלעד רודה

## מבוא

מטרת החוג למדעי המחשב במכללה האקדמית תל-חי היא להכשיר בוגרים שיוכלו, עם סיום לימודיהם, להשתלב בתפקידי פיתוח בתעשיית ההיי-טק ובארגונים עסקיים וציבוריים עתידי מחשוב, שם יוכלו לתרום לתכנון, פיתוח ומימוש של מערכות טכנולוגיות הנתמכות על-ידי מחשבים. תכנית הלימודים גם מכשירה את הבוגרים להמשך לימודים לקראת תארים מתקדמים.

בחוג למדעי המחשב מאמינים כי לימודים ברמה גבוהה מתחילים בסביבת לימודים נעימה ותומכת ובהוראה טובה. מספר המרצים במשרה מלאה בחוג הוא גבוה יחסית לכל מוסד דומה. כתוצאה מכך המרצים מקדישים את רוב זמנם ומרצם להוראה במכללה. הלימודים הם בקבוצות קטנות המאפשרות קשר אישי בין התלמידים למרצים ושמירה על רמת לימודים גבוהה ועל איכות ההוראה. התלמיד מתמודד עם הדרישות הגבוהות מתוך עניין ותחושת אתגר. הלימוד בקבוצות קטנות מעודד קשר ושיתוף בין הסטודנטים. כך נוצרת סביבה מגובשת ותומכת, התורמת להעלאת הרמה של כל הסטודנטים.

התכנית מתמקדת במיוחד בהקניית ידע וניסיון מעשיים בתחומי פיתוח התוכנה, באמצעות עבודות בית מעשיות, פרויקטים, ועבודה בתעשיית ההיי-טק בצפון בתקופת הלימודים. לקראת סוף שנה שניה, יבצע כל סטודנט פרויקט תוכנה החושף אותו למכלול תהליכי תכנון, פיתוח, ביצוע ובדיקת תוכנה.

### **בתכנית הלימודים מושם דגש על:**

**הקניית בסיס תיאורטי** רחב ככל האפשר, שיאפשר לבוגרים לעבוד במשרות מעניינות ולהוביל קבוצות פיתוח בעתיד, וכן להמשיך ללימודי תואר שני.  
**לימוד הנושאים העדכניים והמבוקשים ביותר** בתחום מדעי המחשב, כדי לאפשר לבוגרים להיות מבוקשים בתחום, עם סיום לימודיהם.

### **נושאי ההתמחות כוללים:**

פיתוח תוכנה, למידת מכונה, בינה מלאכותית, עיבוד אותות, תקשורת מחשבים, מערכות זמן אמת, תכנות בסביבת האינטרנט, אבטחת מחשבים ותקשורת.

## תכניות ייחודיות:

תכנית הלימודים במדעי המחשב היא תכנית מקיפה הכוללת את הכלים והידע המעודכנים ביותר של התחום. במסגרת התכנית הסטודנטים יתמחו במסגרת אחד ממקבצי ההתמחות המפורטים בהמשך. מקבצים אלה מאפשרים התמקצעות והתנסות:

1. **מקבץ בפיתוח תוכנה:** הלימודים מאפשרים לסטודנטים להתמקצע בתחום המבוקש ביותר בתעשיית ההיי-טק. לצד לימוד הבסיס המתמטי והתיאורטי של מדעי המחשב לומדים הסטודנטים את המרכיבים היישומיים ביותר בתעשייה: שפות התכנות העיקריות וסביבות הפיתוח המתקדמות ביותר. הסטודנטים רוכשים ידע וניסיון בתכנות מכוון עצמים, תקשורת מחשבים, הנדסת תוכנה, תכנות מערכות הפעלה, תכנות בסביבת האינטרנט, מסדי נתונים, אבטחת מידע, קריפטולוגיה, מיחשוב ענן ופיתוח אפליקציות.
2. **מקבץ בעיבוד אותות ולמידה חישובית:** תכנית לימודים זו מאפשרת להתמחות באחד מהתחומים המבוקשים ביותר בתעשייה ובמחקר. התכנית מתמקדת בשני תחומים עיקריים: 1. עיבוד אותות ותמונות. 2. למידה חישובית. הלימודים כוללים עיבוד אותות קול ותמונה, ראייה ממוחשבת, דחיסת תמונות, למידה חישובית וזיהוי תבניות, בינה חישובית, big data ועוד. ההתמחות הייחודית בעיבוד אותות ולמידה חישובית, לצד הידע המעמיק והמקיף במדעי המחשב ובתוכנה, יאפשר לבוגרים השתלבות בתפקידי תכנות ופיתוח בנושאים אלה, או המשך לימודים לתארים גבוהים.
3. **מקבץ ב-AI (למידה חישובית ובינה מלאכותית):** מקבץ זה יאפשר לסטודנטים להתמחות ברמה בסיסית בתחום ה-AI, אשר התברג בשנים האחרונות לחזית המחקר והפיתוח הן בתעשייה והן באקדמיה. בליבת התחום משתלבים בפועל מקצוע המערכות הלומדות (machine learning) לצד מקצוע הבינה המלאכותית (artificial intelligence).
4. **מקבץ במערכות זמן אמת ורשתות:** המקבץ מתמקד בשני תחומים מהשימושיים ביותר היום בעולם ההי-טק: מערכות Real-Time ורשתות מחשבים. דגש מיוחד ניתן להכרה של כלים יישומיים רבים המאפשרים לסטודנטים המסיימים את המסלול השתלבות מהירה בתעשייה.
5. **מקבץ בטכנולוגיית האינטרנט (Web):** מקבץ זה מקנה הכרה עמוקה של הטכנולוגיות עליהן בנויה הרשת, וכן ידע יישומי בתחומים בסיסיים כמו sql, html, css ו Javascript, ובתחומים החמים בשוק כיום.

### **פרויקטים תעשייתיים**

מתבצעים במסגרת תכנית "שילוב בתעשייה" המשלבת רכישת ניסיון בחברות היי-טק בגליל העליון. במסגרת זו מבצעים סטודנטים (מסוף שנה ב' ובמהלך שנה ג') פרויקטים מורחבים בתעשייה והתמחות בהיקף של 1,000 שעות. התכנית מלווה במלגה בת 30-50 אלף ש"ח להשתלמות. מלבד המלגה שאותה מקבלים הסטודנטים המשתתפים בפרויקט, הם מתנסים בפיתוח מערכת תוכנה או מוצר, לומדים את ההיבטים התיאורטיים והמעשיים של המערכת, ורוכשים הבנה והעמקה שאי אפשר לקבלן בהוראה רגילה. יתרון נוסף שעשוי לצמוח מהתכנית הוא יצירת עתודה של סטודנטים שיוכלו להשתלב בגמר הלימודים כעובדים בחברות היי-טק נוספות שתעבורנה לגליל.

### **מעבדות המחשבים:**

לרשות הסטודנטים בחוג עומדות כעשר מעבדות מחשבים. כל מחשבי המעבדות מקושרים ברשת הפנימית של המכללה ולרשת האינטרנט.

## תכנית הלימודים

### תואר ראשון במסלול החד-חוגי

הלימודים במסלול החד-חוגי מעניקים תואר ראשון B.Sc. **במדעי המחשב**. תכנית הלימודים היא תלת שנתית ומתחלקת באופן הבא:

**השלב הראשון**, הנמשך שלושה סמסטרים, כולל הקניית ידע במבנה המחשב, בעקרונות בסיסיים בתכנות ובמתמטיקה.

**בשלב השני**, המתפרש על פני שלושת הסמסטרים האחרונים, נחשפים הסטודנטים לענפים העיקריים של מדעי המחשב והם לומדים את השיטות, הטכנולוגיות והרעיונות המשמשים את התעשייה והמחקר בתחום מדעי המחשב כיום. בצד הידע העיוני המעמיק רוכשים התלמידים ניסיון מעשי רב-הקף בהדרכה צמודה של אנשי סגל החוג. שלב זה כולל קורסי חובה ובחירה מתחומים שונים. כל תלמיד יבצע פרויקט תוכנה בהיקף של שתי נקודות זכות. בשלב זה הסטודנטים יבחרו להתמחות בלפחות אחד ממקבצי הלימוד.

### מבנה תכנית הלימודים:

על הסטודנטים לצבור 126 נ"ז (נקודות זכות). תוכנית החובה כוללת 90 נ"ז. שאר הנקודות יילמדו מקורסי הבחירה של החוג ובקורסים של חוגים אחרים במכללה. היקף הלימודים מחוגים אחרים הוא עד 5 נ"ז, מתוכן לפחות 2 נ"ז מתוך רשימת "קורסים כלל מכללתיים במדעי הרוח", ובלבד שקורסים אלה אינם בנושאים או התמחויות הנלמדים בקורסים של החוג למדעי המחשב.

### תכנית שילוב בתעשייה

החוג מקיים את תכנית השילוב בתעשייה המאפשרת לתלמידיו להשתלם בתעשיית התוכנה באצבע הגליל, בהיקף של 1000 שעות במהלך הלימודים.

### **סטודנטים המתקבלים לפרוייקט השילוב בתעשייה חייבים להירשם לקורסים הבאים:**

1. השתלמות בתעשייה א', מס' קורס 0199004

2. השתלמות בתעשייה ב', מס' קורס 0199005

ההרשמה לקורסים אלה תלויה בקבלה לפרוייקט ובאישורו של מרכז הקשר עם התעשייה.

### תואר ראשון במסלול הדו-חוגי

הלימודים במסלול הדו-חוגי בחוג מעניקים תואר ראשון (B.A.) במדעי המחשב ומדעי הסביבה או כלכלה, או פסיכולוגיה, או חינוך, או לימודים רב-תחומיים, או שרותי אנוש, או לימודי מזרח אסיה. סטודנט הבוחר ללמוד תואר ראשון במסלול הדו-חוגי בחוג למדעי

המחשב יילמד קורסי חובה של החוג למדעי המחשב לפי התכנית המפורטת בהמשך. הוא ישלים את נקודות הזכות לתואר מבין קורסי החוג למדעי המחשב ומתוך תכנית הלימודים של החוגים הנוספים.

החוג רשאי בכל עת לבצע שינויים בתכנית הלימודים וליידע על כך את הסטודנטים מזכירות החוג תודיע לסטודנטים הרלוונטיים על כל שינוי בתכנית הלימודים.

### תנאי הקבלה

מועמדים חייבים להציג ציון במבחן הפסיכומטרי וציון בגרות במתמטיקה ברמה של 4 יח"ל לפחות, או ציון מכינה במתמטיקה ברמה המקבילה ל-5 יח"ל. מועמדים בעלי ציון 75 ומעלה במתמטיקה בתעודת הבגרות ברמה של חמש יחידות לימוד, או בעלי ציון 85 ומעלה במתמטיקה בתעודת הבגרות ברמה של ארבע יחידות לימוד, וציון פסיכומטרי של 610 לפחות, יתקבלו ללימודים באופן אוטומטי. מועמדים אחרים יידונו על ידי ועדת הקבלה של החוג על סמך הישגיהם בבחינות הבגרות (בעיקר במקצועות הריאליים) ובמבחן הפסיכומטרי. ועדת הקבלה של החוג רשאית להתחשב גם בשיקולים נוספים כמו הישגים בלימודים אקדמיים קודמים או בלימודי הנדסאים. החוג מפעיל גם מסלול קבלה ע"פ בחינת מיון במתמטיקה ברמה של 5 יחידות בלבד, הנערכת בחוג, כחודש לפני פתיחת כל סמסטר. ניתן להתכונן לבחינה גם במכינה ייעודית במתמטיקה בת שלשה חודשים המתקיימת מידי סמסטר במכללה.

### הכרה בלימודים קודמים

1. **הכרה בלימודים אקדמיים קודמים** תינתן עבור קורסים שבהם קיבל הסטודנט ציון של 70 ומעלה במוסד אקדמי מוכר. ניתן לקבל פטורים מקורסי הבחירה של החוג בהיקף של עד 9.0 נ"ז בסה"כ, גם עבור קורסים מתקדמים במתמטיקה, פיסיקה והנדסת חשמל שנלמדו ואינם מופיעים בתכנית הלימודים של החוג. הזכאות לפטור מקורסי חובה או בחירה של החוג תיקבע על ידי הוועדה להכרה בלימודים קודמים, בהתייעצות עם מרצה הקורס. פטורים בגין נקודות מלימודים כלליים קודמים יינתנו אוטומטית בכפוף לתנאים המוזכרים לעיל. הציון בקורסים עליהם ניתן פטור אינו נרשם בגיליון הציונים ואיננו מחושב בממוצע הציונים.

## 2. הכרה בלימודי הנדסאים:

- א. על פי החלטות מלי"ג מ 24 בפברואר 2009, לא ניתן לתת פטור **מקורסי יסוד וליבה** על סמך לימודי הנדסאים.
- ב. **הנדסאי תוכנה מצטיינים** יכולים לקבל פטור בהיקף של עד 17 נקודות על חשבון הנקודות הנדרשות בקורסי הבחירה המקצועיים בחוג. נקודות אלה יינתנו רק אם לתלמיד ממוצע ציונים של 75 לפחות בתום לימודי שנה א' בחוג. הקורסים שעליהם ניתן לקבל פטור הם:
- סדנת תוכנה בסי שארפ ודוט נט.
  - מערכות מידע.
  - בסיסי נתונים.
  - תכנות בסביבת האינטרנט.
  - עד שתי סדנאות מעשיות שתוכנן תואם לקורס שנלמד בלימודי הנדסאים, על פי החלטת ועדת החוג להכרה בלימודים קודמים.
- ג. הכרה בקורס קודם על סמך לימודים בבית ספר להנדסאים תינתן רק אם הציון שהושג בו הוא לפחות 80.
- ד. סטודנט שבחר במקבץ מסויים לא יוכל לקבל פטור מקורס חובה של אותו מקבץ על סמך לימודי הנדסאים.
- ה. תלמיד בעל דיפלומת הנדסאי זכאי להכרה בהיקף של 3 נ"ז על חשבון הלימודים הכלליים הנדרשים בתכנית החוג.
- ו. בסך הכל יוכל תלמיד בעל הישגים גבוהים בלימודי הנדסאי תוכנה להגיע לפטור כולל של עד 20 נקודות זכות בהתאם להחלטות ועדת החוג להכרה בלימודים קודמים.

### דרישות מעבר משנה לשנה

המעבר משנה א' (סמסטר 2) לשנה ב' (סמסטר 3) מותנה בקבלת ממוצע ציונים 65 לפחות בשנה א'. **ציון המעבר בקורס "מבוא לחדו"א" הוא 70 וציון המעבר בקורס "מבוא למדעי המחשב" הוא 65.** ציון המעבר בשאר הקורסים הוא 56. קבלת התואר מותנית בממוצע ציונים כולל של 65 לפחות.

## אנגלית

בהתאם להחלטת המועצה להשכלה גבוהה, לימודי האנגלית הנם לימודי חובה לתואר B.A. כל הסטודנטים נדרשים להתחיל בלימודי האנגלית בשנה הראשונה ללימודיהם : סטודנטים שרמתם טרום בסיסי א', טרום בסיסי ב' או בסיסי מחויבים ללמוד אנגלית החל מהסמסטר הראשון ללימודיהם .

סטודנטים שרמתם מתקדמים א' או מתקדמים ב' מחויבים ללמוד אנגלית החל מסמסטר א' או סמסטר ב' של השנה הראשונה ללימודיהם .

בנוסף, כל הסטודנטים במכללה נדרשים להגיע לרמת פטור באנגלית כתנאי מקדים לרישום לסמינריון ו/או לקורסים מתקדמים .

ככלל, הרישום לקורסי האנגלית מתבצע ע"י רכזת היחידה לאנגלית , סטודנט רשאי לבקש להסיר את הרישום לקורסים בכפוף למילוי טופס הצהרה.

בנוסף, כל הסטודנטים במכללה נדרשים להגיע לרמת פטור באנגלית טרם הרישום לסמינריון ו/או לקורסים מתקדמים .

**רישום לקורסי הסמינריון ו/או לקורסים מתקדמים/עבודות גמר לא יתאפשר ללא רמת**

**פטור באנגלית.**

\*בחוג למדעי המחשב מסלול החד-חוגי, לא יתאפשר רישום לקורס "פרקים בחישוביות וסיבוכיות" ללא רמת פטור באנגלית

\*בחוג למדעי המחשב מסלול דו-חוגי לא יתאפשר רישום לקורס "רשתות תקשורת מחשבים" ללא רמת פטור באנגלית

## **קורס הבעה ורטוריקה**

סטודנטים שבמעמד הקבלה התקבלו עם דרישה נוספת להמשך לימודיהם ללמוד את הקורס הבעה ורטוריקה יזוכו בעבור הקורס ב-2 נ"ז.

הקורס יפטור את הסטודנטים מקורס רוח כלל מכללתי שהוא חובה בעבור כלל הסטודנטים במכללה.

## **מלגות הצטיינות**

לתלמידים בעלי נתוני קבלה גבוהים יינתנו מלגות הצטיינות בהיקף של עד שכר לימוד מלא בשנה הראשונה ללימודיהם. לרשות החוג עומדות גם מלגות הצטיינות מהתעשייה



ומתורמים שיוענקו לתלמידים מצטיינים בשנים ב' ו-ג'. סך כל המלגות שיקבל הסטודנט לא יעלה על 100% משכר הלימוד הכללי שלו.

### **עתודה אקדמית**

החוג מוכר על-ידי רשויות הצבא ללימודים במסלול העתודה האקדמית ובמסלול פרויקט עתידים. כמו כן, יוכלו תלמידי תיכון המתחילים לימודיהם בחוג במקביל ללימודי התיכון להשתלב בתכנית "הסייבר הצפוני", המאפשרת השתלבות במערך המודיעין והתקשוב של צה"ל, בחתימת קבע מופחתת.

## מערכת לימודים מוצעת לקורסי החובה למתחילים בסמסטר סתיו/א'

### שנה א' - סמסטר 1

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש'	ת'	מ'	ס"ה
0111100	מבוא לחדו"א*	0.0		4	2	-	6
0111101	חדו"א 1(מ)**	5.0		4	2	-	6
0111102	אלגברה לינארית(מ)	5.0		4	2	-	6
0111401	מבוא למדעי המחשב	5.0		4	2 <sup>(1)</sup>		8
0121108	מתמטיקה דיסקרטית	4.0		3	2	-	5
<b>בסה"כ</b>		<b>19</b>		<b>19</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>31</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.  
 \* לסטודנטים שיחויבו ללמוד את הקורס בהתאם לנתוני הקבלה שלהם.  
 \*\* סטודנט שילמד את הקורס מבוא לחדו"א, ילמד את הקורס חדו"א 1(מ) בסמסטר ב'.

### שנה א' - סמסטר 2

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש'	ת'	מ'	ס"ה
0121405	מבוא לתכנות מערכות	5.0	מבוא למדעי המחשב	3	2	2	7
0121502	תכנות מונחה עצמים (Java)	4.0	מבוא למדעי המחשב	4	0	3 <sup>(1)</sup>	7
0122103	אלגברה מודרנית	3.0	אלגברה לינארית(מ). מתמטיקה דיסקרטית	2	2	-	4
0122104	חדו"א 2(מ)*	5.0	חדו"א 1(מ)	4	2	-	6
0111306	מערכות ספרתיות ומבוא למבנה המחשב	5.0		4	2	-	6
<b>בסה"כ</b>		<b>22</b>		<b>17</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>30</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.  
 \* סטודנטים שלמדו מבוא לחדו"א בסמסטר א' ילמדו חדו"א 2(מ) בסמסטר 3.

### שנה ב' - סמסטר 3

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0112108	מתמטיקה שימושית ותכנות מדעי	5.0	חדו"א 1(מ), אלגברה לינארית(מ)	4	2	-	6
0121413	פרקים במבני נתונים	4.5	מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א 1(מ), תכנות מונחה עצמים (Java), חדו"א 2(מ) (במקביל)	4	1	2 <sup>(1)</sup>	7
0121416	פרקים במבני נתונים- מעבדה	1.0	מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א 1(מ), תכנות מונחה עצמים (Java), חדו"א 2(מ) (במקביל)	-	-	2	2
0121503	תכנות בשפת C++	3.5	תכנות מונחה עצמים (Java), מבוא לתכנות מערכות	3	1	2 <sup>(1)</sup>	6
0122106	מבוא להסתברות	4.0	חדו"א 2(מ), מתמטיקה דיסקרטית	3	2	-	5
<b>בסה"כ</b>		<b>18.0</b>		<b>14</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>26</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.  
 \* סטודנטים שלמדו את הקורס מבוא לחדו"א בסמסטר א' וחדו"א 1(מ) בסמסטר ב' ילמדו את הקורס חדו"א 2(מ) בסמסטר זה,

### שנה ב' - סמסטר 4

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0121109	לוגיקה למדעי המחשב	3.0	מתמטיקה דיסקרטית	2	2	-	4
0122407	אלגוריתמים 1	5.0	פרקים במבני נתונים	4	2	-	6
0132408	רשתות תקשורת מחשבים	3.5	מבוא לתכנות מערכות, אלגברה לינארית(מ), מבוא להסתברות, מערכות הפעלה (במקביל)	3	1	2 <sup>(1)</sup>	6
0132410	מערכות הפעלה	4.0	מבוא לתכנות מערכות, מערכות ספרתיות ומבוא למבנה המחשב, פרקים במבני נתונים	3	1	1	5
<b>בסה"כ</b>		<b>15.5</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>21</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

### שנה ג' - סמסטר 5

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0131408	אוטומטים ושפות פורמליות	3.5	מתמטיקה דיסקרטית, פרקים במבני נתונים (במקביל)	3	1	-	4

4	4			תכנות בשפת ++C, פרקים במבני נתונים	3.5	פרויקט (1,2)	0199808
4	4	1	3		7		סה"כ

(1) קורס שנת. ראו הסבר בסעיף פרויקט תוכנה למטה

(2) במקום פרויקט ניתן להשתתף בפרוייקט תוכנה FULLSTACK WEB בהיקף של 2 נ"ז

### שנה ג' - סמסטר 6

ס"ה	מ	ת	ש	דרישות קדם	נ"ז	שם הקורס	מס' קורס
4	-	1	3	אלגוריתמים 1 (במקביל), אוטומטים ושפות פורמליות, רמת פטור באנגלית	3.5	פרקים בחישוביות וסיבוכיות	0199702
4	-	1	3		3.5		סה"כ

### סה"כ: 83 נקודות זכות

#### תוכנית פרישה חלקית:

ניתן להקל על עומס הלימודים באופן הבא:

מתמטיקה דיסקרטית – יילמד בסמסטר 2 במקום בסמסטר 1

אלגברה מודרנית – יילמד בסמסטר 3 במקום בסמסטר 2

מבוא להסתברות – יילמד בסמסטר 5 במקום בסמסטר 3

רשתות תקשורת מחשבים – יילמד בסמסטר 6 במקום בסמסטר 4

הערה: עבור הלומדים לפי תוכנית הפרישה הלימודים עשויים להימשך שבעה סמסטרים במקום ששה.

מערכת לימודים מוצעת לקורסי החובה למתחילים בסמסטר אביב/ב'

**שנה א' - סמסטר 1 (סמסטר ב' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0111101	חדו"א 1(מ)	5.0		4	2	-	6
0111102	אלגברה לינארית(מ)	5.0		4	2	-	6
0111401	מבוא למדעי המחשב	5.0		4	2	<sup>(1)</sup> 2	8
0121108	מתמטיקה דיסקרטית	4.0		3	2	-	5
<b>בסה"כ</b>		<b>19</b>		<b>19</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>25</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

**שנה א' - סמסטר 2 (סמסטר א' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0112104	חדו"א 2(מ)	5.0	חדו"א 1(מ)	4	2	-	6
0121405	מבוא לתכנות מערכות	5.0	מבוא למדעי המחשב	3	2	2	7
0121502	תכנות מונחה עצמים (Java)	4.0	מבוא למדעי המחשב	4	0	<sup>(1)</sup> 3	7
0122103	אלגברה מודרנית	3.0	אלגברה לינארית(מ), מתמטיקה דיסקרטית	2	2	-	4
0111306	מערכות ספרתיות ומבוא למבנה המחשב	5.0		4	2	-	6
<b>בסה"כ</b>		<b>22</b>		<b>17</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>30</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

**שנה ב' - סמסטר 3 (סמסטר ב' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0121109	לוגיקה למדעי המחשב	3.0	מתמטיקה דיסקרטית	2	2	-	4
0121503	תכנות בשפת C++	3.5	תכנות מונחה עצמים (Java), מבוא לתכנות מערכות	3	1	<sup>(1)</sup> 2	6
0132410	מערכות הפעלה	4.0	מבוא לתכנות מערכות, מערכות ספרתיות ומבוא למבנה המחשב, פרקים במבני נתונים	3	1	1	5
0122107	מבוא להסתברות	4.0	חדו"א 2(מ), מתמטיקה דיסקרטית	3	2	-	5
<b>בסה"כ</b>		<b>14.5</b>		<b>11</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>20</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

**שנה ב' - סמסטר 4 (סמסטר א' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0112108	מתמטיקה שימושית ותכנות מדעי	5.0	חדו"א 1(מ), אלגברה ליניארית(מ)	4	2	-	6
0121413	פרקים במבני נתונים	4.5	מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א 1(מ), תכנות מונחה עצמים (Java), חדו"א 2(מ) (במקביל)	4	1	<sup>(1)</sup> 2	7
0121416	פרקים במבני נתונים- מעבדה	1.0	מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א 1(מ), תכנות מונחה עצמים (Java), חדו"א 2(מ) (במקביל)	-	-	2	2
0131408	אוטומטים ושפות פורמליות	3.5	מתמטיקה דיסקרטית, פרקים במבני נתונים (במקביל)	3	1	-	4
0199808	פרויקט <sup>(2,3)</sup>	3.5	תכנות בשפת C++, פרקים במבני נתונים	-	-	4	4
<b>בסה"כ</b>		<b>17.5</b>		<b>11</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>23</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

<sup>(2)</sup> קורס שנת. ראו הסבר בסעיף פרויקט תוכנה למטה

<sup>(3)</sup> במקום פרויקט ניתן להשתתף בפרוייקט תוכנה FULLSTACK WEB בהיקף של 2 נ"ז

**שנה ג' - סמסטר 5 (סמסטר ב' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0122407	אלגוריתמים 1	5.0	פרקים במבני נתונים	4	2	-	6
0199702	פרקים בחישוביות וסיבוכיות	3.5	אלגוריתמים 1 (במקביל), אוטומטים ושפות פורמליות, רמת פטור באנגלית	3	1	-	4
0132408	רשתות תקשורת מחשבים	3.5	מבוא לתכנות מערכות, אלגברה לינארית(מ), מבוא להסתברות, מערכות הפעלה (במקביל)	3	1	<sup>(א)</sup> 2	6
<b>בסה"כ</b>		<b>12</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>16</b>

<sup>(א)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

**שנה ג' - סמסטר 6 (סמסטר א' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
	קורסי בחירה						
<b>בסה"כ</b>							

**תוכנית פרישה חלקית:**

ניתן להקל על עומס הלימודים באופן הבא:  
 מתמטיקה דיסקרטית – יילמד בסמסטר 2 במקום בסמסטר 1  
 מבוא להסתברות – יילמד בסמסטר 3 או 4 במקום בסמסטר 2  
 רשתות תקשורת מחשבים – יילמד בסמסטר 5 במקום בסמסטר 3  
 אוטומטים ושפות פורמליות – יילמד בסמסטר 6 במקום בסמסטר 4  
 הערה: עבור הלומדים לפי תוכנית הפרישה, הלימודים עשויים להימשך שבעה סמסטרים במקום שישה.

**המאגר התאורטי**

סטודנטים הלומדים במקבצים בפיתוח תוכנה, מערכות זמן אמת ורשתות או טכנולוגיית אינטרנט חייבים לבחור קורס אחד מתוך שני הקורסים הבאים:

0122423	עקרונות שפות תכנות	3.5	פרקים במבני נתונים, לוגיקה למדעי המחשב	3	1	-	4
0132402	מבנה קומפילרים	3.5	אוטומטים ושפות פורמליות, פרקים במבני נתונים	2	2	1	5

## פרוייקט

כל סטודנט בחוג חייב לעשות פרוייקט בהנחייה פרטנית בהיקף של 3.5 נ"ז או במסגרת במקום פרוייקט ניתן להשתתף בפרוייקט תוכנה FULLSTACK WEB בהיקף של 2 נ"ז דרישות הפרוייקט מפורטות בתקנון הפרוייקטים, אותו ניתן למצוא בדף המודל.

## סדנאות

סטודנטים הלומדים במקבצים בפיתוח תוכנה, מערכות זמן אמת ורשתות או טכנולוגיית אינטרנט חייבים ללמוד לפחות שתי סדנאות מתוך רשימת הסדנאות של החוג..

## מקבצי הלימוד

במסגרת הלימודים בחוג על הסטודנט ללמוד לפחות את אחד מהמקבצים הבאים :

- 1) פיתוח תוכנה
- 2) עיבוד אותות ולמידה חישובית
- 3) למידה חישובית ובינה מלאכותית
- 4) מערכות זמן אמת ורשתות.
- 5) טכנולוגיית האינטרנט

הנחיות :

- א- במסגרת כל מקבץ יש ללמוד את קורסי החובה של המקבץ.
- ב- לא יינתן פטור מקורס חובה של מקבץ על סמך לימודי הנדסאים.
- ג- במסגרת כל מקבץ יש לבחור קורסי בחירה מתוך רשימת קורסי הבחירה המומלצים של המקבץ (אך לא בהכרח רק מתוכה).
- ד- סטודנטים הבוחרים במקבצים בפיתוח תוכנה, מערכות זמן אמת ורשתות וטכנולוגיית אינטרנט חייבים ללמוד את אחד משני הקורסים במאגר התאורטי ולקחת לפחות שתי סדנאות.

פתיחתו של מקבץ בשנת לימודים נתונה תלויה בהרשמה של מינימום סטודנטים.

פירוט המקבצים :

### 1. פיתוח תוכנה

מטרת המקבץ היא לאפשר לסטודנטים להתמקצע בתחום פיתוח התוכנה, המהווה את עמוד השדרה של תעשיית ההיי-טק, וזאת מעבר לרמת התכנות הגבוהה שרכשו בלימודיהם עד כה בתואר. המקבץ מתמקד בנושאי הליבה של התכנות העכשווי בתעשייה, ושואף להקנות עומק בהיבטים של ארכיטקטורת תוכנה, מידול, תבניות תכן, ונושאים מתקדמים של שפות תכנות כדוגמת אלגוריתמי Garbage Collection, אופטימיזציה של קוד, ויעילות של שפות מודרניות. המקבץ מציע מגוון קורסי בחירה מתחומי מסדי הנתונים וכן פיתוח בסביבות web, סלולר ו-.net. השלמת המקבץ תקנה לבוגר ארגז כלי פיתוח תוכנה מתקדמים, אשר יאפשרו לו להשתלב בצוות פיתוח בנקודת פתיחה חזקה.



## קורסי חובה:

- נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים מס' קורס 0199414 – 3.5 נ"ז
  - נושאים מתקדמים בפיתוח תוכנה מס' קורס 0199820 – 3.5 נ"ז
- הלומדים במקבץ זה ילמדו את הקורס "נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים" בסמסטר הרביעי ללימודים.

## קורסי בחירה מומלצים:

- מסדי נתונים, מס' קורס 0199527 – 3.5 נ"ז
- תכנות בסביבת האינטרנט, מס' קורס 0199808-03 – 2.0 נ"ז
- סדנת תוכנה במערכות סולריות, מס' קורס 0199818 – 2.0 נ"ז
- סדנת תוכנה ב C# ו .net, מס' קורס 0199539 – 2.0 נ"ז
- ארכיטקטורת מחשבים מס' קורס 0131301 – 3.5 נ"ז
- אלגוריתמים 2 מס' קורס 0199830 – 3.5 נ"ז

## 2. עיבוד אותות ולמידה חישובית

העידן הנוכחי הוא עידן המידע. בכל רגע עוברות, מעובדות ונאגרות כמויות אדירות של מידע באמצעות מצלמות, מיקרופונים וחישבים אחרים. המידע מועבר דרך ערוצים שונים, ונשמר בזכרון מחשבים, ברשת האינטרנט או על גבי טלפונים חכמים. המידע המעניין אותנו מכיל בין היתר תמונות, וידאו, קול ודיבור, אותות ביולוגיים, או מידע הקשור לסביבה כמו מידע סייסמי או חיזוי מזג האוויר. המשותף לכל המידע הזה, המייצג רבות מהתופעות המתרחשות סביבנו, הוא שכל אלה הן תבניות מידע, בהן יש לרוב שינויים עם הזמן או עם המרחב. לתבניות מידע אלה אנו קוראים אותות. התחום של עיבוד אותות עוסק בשאלות כמו איך מייצגים תבניות מידע במחשב, איך משפרים אותות על-ידי סינון רעשים, כיצד מפיקים מהם מדדים חשובים, ואיך לדחוס תמונות או וידאו כך שיתפסו פחות מקום בזיכרון.

תחום שני במסגרת ההתמחות נקרא למידה או בינה חישובית והוא עוסק בשאלה כיצד מלמדים את המחשב ללמוד. זהו אחד התחומים המלהיבים ביותר במדעי המחשב, ובו מפתחים כלים ושיטות לבניית מערכות נבונות, שיכולות לארגן את המידע, למצוא בו תבניות ותכונות משותפות, ולסווג אותו למחלקות שונות. בתחום זה עוסקים לדוגמה בשאלות כמו איך לזהות עצמים כמו פנים בתמונות, איך לזהות הולכי רגל בתמונות המופקות ממצלמות במכוניות אוטונומיות, איך להבחין בין מייל לספאם, איך לזהות מצוקה בקול, או איך לבצע חיזוי של מאורעות על-פי ניתוח תבניות המידע.

בשנים אלה מתרחשת מהפכה בפיתוח המערכות הנבונות וביכולתן לפתור בעיות שעד לא מזמן נחשבו ככאלה הניתנות לפיתרון על-ידי בני-אדם בלבד – נהיגת מכונית, תרגום סימולטני או זיהוי סצינה המתרחשת באות וידאו.

מטרת לימודי המסלול לעיבוד אותות ולמידה חישובית היא להכשיר בוגרים כך שיוכלו להשתלב בלימודים לתארים גבוהים ובתעשייה בתחומים אלה.

### קורסי חובה:

- מבוא לעיבוד אותות מס' קורס 0199419 – 3.5 נ"ז
  - עיבוד אותות קול ותמונה מס' קורס 0199617 – 3.5 נ"ז
- הלומדים במקבץ זה ילמדו את הקורס "מבוא לעיבוד אותות" בסמסטר הרביעי ללימודים.

### קורסי בחירה מומלצים:

- עיבוד ספרתי של אותות בזמן אמת, מס' קורס 0199803 – 3.5 נ"ז
- למידה חישובית, מס' קורס 0199626 – 3.5 נ"ז
- סדנה בדחיסת אותות, תמונות ווידאו, מס' קורס 0199611 – 2.0 נ"ז
- בינה חישובית, מס' קורס 0199811 – 3.5 נ"ז
- ביג דאטה, מס' קורס 0199628 – 3.5 נ"ז
- ראייה ממוחשבת, מס' קורס 0199615 – 3.5 נ"ז

### 3. AI (למידה חישובית ובינה מלאכותית)

מקבץ זה יאפשר לסטודנטים להתמחות ברמה בסיסית בתחום ה-AI, אשר התברג בשנים האחרונות לחזית המחקר והפיתוח הן בתעשייה והן באקדמיה. התחום נוסב סביב הגדרת יעדים של למידה ופתרון-בעיות חישוביות באופן ממוכן, והשגתם באמצעות אלגוריתמיקה מתאימה – כאשר בליבת התחום משתלבים בפועל מקצוע המערכות הלומדות (machine learning) לצד מקצוע הבינה המלאכותית (artificial intelligence). בהתאם לכך, בבסיסו של המקבץ קורסי מבואות למקצועות אלו, עם המטרה להטמיע את מושגי הלמידה, להגדיר את הבסיס המתמטי, להיחשף לאסופת הבעיות החישוביות הרלוונטיות, ולהבין את הגישות האלגוריתמיות הרווחות כיום בתחום. בנוסף, המקבץ מציע מגוון קורסי בחירה במקצועות הבינה החישובית (computational intelligence), ביג דאטה וכן בתחומי עיבוד התמונה והאות. השלמת המקבץ תקנה לבוגר יכולת אנליטית בתחום לצד ארגז כלים מעשי לפתרון-בעיות, שיהוו עבורו נקודת פתיחה להתמקצעות ב-AI.

### קורסי חובה:

- למידה חישובית, מס' קורס 0199626 – 3.5 נ"ז
- מבוא לבינה מלאכותית, מס' קורס 0199624 – 3.5 נ"ז

#### קורסי בחירה מומלצים:

- בינה חישובית, מס' קורס 0199811 – 3.5 נ"ז
- ביג דאטה, מס' קורס 0199628 – 3.5 נ"ז
- ראייה ממוחשבת, מס' קורס 0199615 – 3.5 נ"ז
- מבוא לעיבוד אותות, מס' קורס 0199419 – 3.5 נ"ז
- עיבוד אותות, קול ותמונה, מס' קורס 0199617 – 3.5 נ"ז

#### 4. מערכות זמן אמת ורשתות

המקבץ מתמקד בשני תחומים השימושיים ביותר היום בעולם ההי-טק: מערכות Real-Time ורשתות מחשבים. דגש מיוחד ינתן להכרה של כלים ישומיים רבים המאפשרים לסטודנטים המסיימים את המסלול השתלבות מהירה בתעשייה. מערכת Real Time (זמן אמת) הינה מערכת בעלת דרישות לביצועים במגבלות זמן מסוימות, כלומר משך עיבוד המערכת מרגע זיהוי התרחשות האירוע ועד לתגובה חייב להיות תחום בזמן. מערכות אלה מהוות בסיס למגוון פלטפורמות ואפליקציות מתקדמות כיום בתעשייה. אחת הדוגמאות הנפלאות למערכת זאת היא טלפון סלולארי. תחום התקשורת הפך לנושא מרכזי במאה ה-21, חברות משקיעות מיליארדי דולרים בשנה בכדי לשפר את מהירות הגישה, הפרוטוקולים וחווית משתמש. מכאן שהביקוש ההולך והגדל לרוחב פס ברשת יוצר אתגרים חדשים בתכנון ומימוש רכיבי הרשת.

#### קורסי חובה:

- מערכות זמן אמת, מס' קורס 0199415 – 3.5 נ"ז
- רשתות מהירות, מס' קורס 0199815 – 3.5 נ"ז

#### קורסי בחירה מומלצים:

- סמינר ברשתות, מס' קורס 0199816 – 3.5 נ"ז
- סדנת תוכנה במערכות סולריות, מס' קורס 0199818 – 2.0 נ"ז
- סדנא מתקדמת בתוכנה לינוקס מס' קורס 0199817 – 2.0 נ"ז
- סדנה מתקדמת במערכות הפעלה, מס' קורס 0199806 – 2.0 נ"ז
- עיבוד ספרתי של אותות בזמן אמת, מס' קורס 0199803 – 3.5 נ"ז
- ארכיטקטורת מחשבים מס' קורס 0131301 – 3.5 נ"ז

## 5. טכנולוגיית האינטרנט

אין צורך להרחיב על חשיבות האינטרנט בחיינו, ועל ההזדמנויות הנפתחות למומחים בתחום. פיתוח אפליקציות רשת (אתרים) והתמצאות ביישום בסיסי נתונים הם שני דברים שכמעט כל מפתח, על אחת כמה וכמה, יזם, צריך להכיר הביקוש בשוק למפתחי full-stack גבוה מתמיד. מקבץ זה לוקח אתכם צעד גדול בכיוון זה, מקנה הכרה עמוקה של הטכנולוגיות עליהן בנויה הרשת, ומאפשר לכם לצאת לשוק העבודה עם יתרון. מקבץ זה יקנה ידע יישומי בתחומים בסיסיים כמו sql, html, css, Javascript, ובתחומים החמים בשוק כיום כמו react.js ו angular.js, ואפילו כתיבת אפליקציות.

### קורסי חובה:

- תכנות בסביבת האינטרנט מס' קורס 0199808 – 3.5 נ"ז
- מסדי נתונים מס' קורס 0199527 – 3.5 נ"ז

### קורסי בחירה מומלצים:

- סדנת תוכנה ב #C ו net. מס' קורס 0199539 – 2.0 נ"ז
- נושאים מתקדמים בתכנות מונחה-עצמים מס' קורס 0199414 – 3.5 נ"ז
- ביג דאטה מס' קורס 0199628 – 3.5 נ"ז
- סדנת תוכנה במערכות סולריות מס' קורס 0199818 – 2.0 נ"ז
- סדנת מבוא להגנת הסייבר מס' קורס 0199828 – 2.0 נ"ז
- רשתות מהירות מס' קורס 0199815 – 3.5 נ"ז
- מבוא לקריפטולוגיה מס' קורס 0199619 – 3.5 נ"ז

## מסלול לימודים מקוצר לבעלי תואר ראשון במדעי החיים

החוג למדעי המחשב מאפשר לבוגרי תואר ראשון במדעי החיים (ביוטכנולוגיה, מדעי התזונה, מדעי המזון, מדעי הסביבה, ביולוגיה) להשלים תואר ראשון במדעי המחשב במסגרת מסלול בביולוגיה חישובית. במסגרת התוכנית יוכרו הקורסים הביולוגיים הרלוונטים מהתואר הקודם. התוכנית מאפשרת לסיים את לימודי התואר במדעי המחשב בשנתיים. קורסי ביולוגיה שעליהם תתקבל הכרה (או דומים להם) – לכל היותר 40 נ"ז מוכרות

כימיה כללית ואנאורגנית	פיזיקה ב'	מבוא לפיזיולוגיה
כימיה אורגנית	ביולוגיה של התא	פיזיולוגיה של מערכות מיקרוביולוגיה
ביוכימיה 1	גנטיקה	מעבדה במיקרוביולוגיה כללית
ביוכימיה 2	עקרונות בתורת החיסון	מבוא לביואינפורמטיקה
מעבדה בביוכימיה פיזיקה א'	ביוכימיה חישובית	עקרונות הביוסטטיסטיקה
	יסודות הסטטיסטיקה	

תוכנית הלימודים במדעי המחשב:

- 1) סמסטרים א' ו-ב' כמו בתוכנית החובה הרגילה במדעי המחשב (ר' לעיל).
- 2) סמסטר ג': כמו בתוכנית במדעי המחשב בתוספת הקורסים
  - א. **אוטומטים ושפות פורמליות** (קורס קיים)
  - ב. **ופרויקט בביואינפורמטיקה** (במסגרת הפרוייקטים של החוג)
- 3) סמסטר ד': כמו בתוכנית החובה במדעי המחשב, ללא הקורס **רשתות תקשורת מחשבים** ובתוספת הקורסים
  - א. **למידה חישובית וזיהוי תבניות** (קורס קיים)
  - ב. **פרקים בחישוביות וסיבוכיות** (קורס קיים)
  - ג. **אלגוריתמים בביולוגיה חישובית** (קורס חדש, יינתן רק במידה ותהיה מספיק היענות. אחרת, ניתן יהיה לבחור קורס בחירה ממדעי המחשב)

בנוסף, קורסי בחירה מהחוג למדעי המחשב להשלמת 126 נ"ז.

## רשימת קורסי הבחירה

הסטודנט חייב לכלול בלימודיו קורסי בחירה כדי להשלים את סך נקודות הזכות ל 126, מתוכם קורסי בחירה כלליים מהחוגים האחרים במכללה בהיקף של עד 5 נ"ז, ביניהן לפחות 2 נ"ז מתוך רשימת "קורסים כלל-מכלתיים במדעי הרוח" (הקורס "היבטים משפטיים של יחסי עבודה לאנשי תוכנה" 0199829 מעניק 2 נ"ז, מתוכם ייחשב 1 נ"ז כקורס מדעי המחשב ו-1 נ"ז ע"ח חוגים אחרים)\*. שאר קורסי הבחירה ייבחרו מבין קורסי הבחירה המקצועיים המופיעים להלן. קורסים אלה חייבים לכלול שתי סדנאות (כולל סדנת פרויקטים).

### קורסי הבחירה

#### קורסים:

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0199414	נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים	3.5	תכנות בשפת ++C	3	1	1 <sup>(1)</sup>	5
0199415	מערכות זמן אמת	3.5	תכנות בשפת ++C מערכות הפעלה	3	1	-	4
0199419	מבוא לעיבוד אותות	3.5	חדו"א 1(מ), אלגברה ליניארית(מ)	4		-	4
0199527	מערכות מסדי נתונים	3.5	פרקים במבני נתונים	3		1	4
0199615	ראייה ממוחשבת	3.5	אלגברה ליניארית (מ), חדווא 2(מ)	3	1		4
0199617	עיבוד אותות קול ותמונה	3.5	מבוא לעיבוד אותות	2	1	2	5
0199619	מבוא לקריפטולוגיה	3.5	אלגוריתמים 1 אלגברה מודרנית	3	1	-	4
0199624	מבוא לבינה מלאכותית	3.5	פרקים במבני נתונים, אלגוריתמים, לוגיקה למדעי המחשב	3	1		4
0199626	למידה חישובית	3.5	הסתברות, אלגברה ליניארית(מ)	3	1	-	4
0199703	מערכות מידע	3.5	תכנות מונחה עצמים	3	1	-	4
0199809	ביג דאטה	3.5	תכנות מונחה עצמים (Java)	-	-	4	4
0199811	מבוא לבינה חישובית	3.5	אלגברה מודרנית, חדו"א 2(מ), הסתברות, אלגוריתמים	3	1	-	4
0199815	רשתות מהירות	3.5	רשתות תקשורת מחשבים	-	-	4	4
0199820	נושאים מתקדמים בפיתוח תוכנה	3.5	תכנות בשפת ++C	3	1		4

2			2		*2.0	היבטים משפטיים של יחסי עבודה לאנשי תוכנה	0199829
4	4	-	-		3.5	תכנות בסביבת האינטרנט	0199412
4	4	-	-	מתמטיקה שימושית, תכנות בשפת ++C	**3.5	למידה עמוקה בפיתוח	0199831
4	-	1	3	מערכות ספרתיות ומבוא למבנה המחשב		ארכיטקטורה מחשבים	0131301

\*\* הקורס אינו מיועד לסטודנטים המשוייכים למקבץ AI או למקבץ עיבוד איתות – הוא לא יוכר עבורם ולא יוכר עבור בוגרי הקורס בלמידה חישובית 0199626.

#### סדנאות:

				ייקבע בהתאם לנושאי הסדנה	2.0	סדנת תוכנה	0199543
4	4	-	-	תכנות מונחה עצמים	2.0	סדנת תוכנה (C# ו-.net)	0199539
4	4	-	-	מערכות הפעלה, רשתות תקשורת מחשבים	2.0	סדנה מתקדמת במערכות הפעלה	0199806
4	4	-	-	מערכות הפעלה, רשתות תקשורת מחשבים	2.0	סדנה מתקדמת בתוכנה לינוקס	0199817
4	4	-	-	תכנות מונחה עצמים (Java)	2.0	סדנת תוכנה למערכות סולריות	0199818
3	3	-	-	רשתות תקשורת מחשבים	2.0	סדנת מבוא להגנת סייבר	0199828

#### סמינרים:

4	-	1	3	אלגוריתמים 1	3.5	סמינר נושאים מתקדמים באלגוריתמים	0199523
4	4	-	-	רשתות תקשורת מחשבים	3.5	סמינר ברשתות	0199816

#### השתלמויות:

4	4	-	-	קורס חובה למתקבלים לתכנית "שילוב בתעשייה"	1.0	השתלמות בתעשייה א'	0199004
4	4	-	-	קורס חובה למתקבלים לתכנית "שילוב בתעשייה"	1.0	השתלמות בתעשייה ב'	0199005

**תוכנית פרישת לימודים לסטודנטים ממרכז התמיכה  
(קורסי חובה בלבד)**

**שנה א' – סמסטר 1**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0111100	מבוא לחדו"א	0.0		2	2	-	4
0111401	מבוא למדעי המחשב	5.0		4	2	2	8
0111306	מערכות ספרתיות ומבוא למבנה המחשב	5.0		4	2	-	6
0111102	אלגברה 1 (ליניארית)	5.0		4	2	-	6
<b>בסה"כ</b>		<b>15.0</b>		<b>14</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>24</b>

**שנה א' – סמסטר 2**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0111101	חדו"א 1	5.0	מבוא לחדו"א	4	2	-	6
0121405	מבוא לתכנות מערכות	5.0	מבוא למדעי המחשב	3	2	2	7
0121108	מתמטיקה דיסקרטית	4.0		3	2	-	5
0121502	תכנות מונחה עצמים (Java)	4.0	מבוא למדעי המחשב	4	0	3	7
<b>בסה"כ</b>		<b>18.0</b>		<b>14</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>25</b>

**שנה ב' – סמסטר 3**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0112104	חדו"א 2	5.0	חדו"א 1	4	2	-	6
0122103	אלגברה 2 (מודרנית)	3.0	אלגברה ליניארית(מ). מתמטיקה דיסקרטית	2	2	-	4
0121503	תכנות בשפת C++	3.5	תכנות מונחה עצמים (Java), מבוא לתכנות מערכות	3	1	1	5
0121413	פרקים במבני נתונים	4.5	מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א 1, תכנות מונחה עצמים (Java)	4	1	2 <sup>(1)</sup>	7
0121416	פרקים במבני נתונים - מעבדה	1.0	מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א 1, תכנות מונחה עצמים (Java)	-	-	2	2
<b>בסה"כ</b>		<b>17.0</b>		<b>13</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>24</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.



שנה ב' – סמסטר 4

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0132410	מערכות הפעלה	4.0	מבוא לתכנות מערכות, פרקים במבנה נתונים	3	1	2	6
0122407	אלגוריתמים 1	5.0	פרקים במבני נתונים	4	2	-	6
0121109	לוגיקה למדעי המחשב	3.0	מתמטיקה דיסקרטית	2	2	-	4
<b>סה"כ</b>		<b>12</b>		<b>9</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>16</b>

שנה ג' – סמסטר 5

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0131408	אוטומטים ושפות פורמליות	3.5	מתמטיקה דיסקרטית, פרקים במבני נתונים.	3	1	-	4
0112108	מתמטיקה שימושית ותכנות מדעי	5.0	חדו"א 1, אלגברה 1	4	2	-	6
0122107	מבוא להסתברות	3.0	חדו"א 2 (מקביל), מתמטיקה דיסקרטית	2	2	-	4
<b>סה"כ</b>		<b>11.5</b>		<b>9</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>14</b>

שנה ג' – סמסטר 6

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0132408	רשתות תקשורת מחשבים	3.5	מבוא לתכנות מערכות	3	1	1	5
0199702	פרקים בחישוביות וסיבוכיות	3.5	אלגוריתמים 1 (במקביל), אוטומטים ושפות פורמליות, רמת פטור באנגלית	3	1	-	4
<b>סה"כ</b>		<b>7</b>		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>9</b>

שנה ד' - סמסטר 7

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0199009	פרויקט <sup>(1,2)</sup>	3.5	תכנות בשפת ++C, פרקים במבני נתונים	-	-	4	4
<b>סה"כ</b>		<b>3.5</b>					<b>4</b>

<sup>(1)</sup> שעה אחת ניתנת כתגבור ואינה מזכה בנקודות זכות.

<sup>(2)</sup> קורס שנתי. ראו הסבר בסעיף פרוייקט תוכנה למטה

<sup>(3)</sup> במקום פרוייקט ניתן להשתתף בפרוייקט תוכנה FULLSTACK WEB בהיקף של 2 נ"ז

תכנית לתואר ראשון דו-חוגי משותפת למדעי המחשב ולכל חוג אחר

שיש לו תוכנית דו-חוגית

א. תכנית לימודים מומלצת לפי סמסטרים למתחילים את הלימודים בסמסטר

סתיו

### שנה א' - סמסטר 1

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0111401	מבוא למדעי המחשב	5.0		4	2	<sup>(1)</sup> 2	8
0121108	מתמטיקה דיסקרטית	4.0		3	2	-	5
0111100	מבוא לחדו"א <sup>(1)</sup>	0.0		2	2	-	4
<b>בסה"כ</b>		<b>9.0</b>		<b>9</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>17</b>

<sup>(1)</sup> במידה ונדרש, אחרת יילמד הקורס חדו"א 1(מ).

### שנה א' - סמסטר 2

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0121405	מבוא לתכנות מערכות	5.0	מבוא למדעי המחשב	3	2	<sup>(1)</sup> 2	6
0121502	תכנות מונחה עצמים (Java)	4.0	מבוא למדעי המחשב	4	0	<sup>(1)</sup> 3	7
0111101	חדו"א 1(מ)	5.0		4	2	-	6
<b>בסה"כ</b>		<b>14.0</b>		<b>11</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>19</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

### שנה ב' - סמסטר 3

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0122104	חדו"א 2(מ)	5.0	חדו"א 1(מ)	4	2	-	6
0111102	אלגברה לינארית(מ)	5.0	חדו"א ב' *	4	2		6
0121413	פרקים במבני נתונים	4.5	מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א א * , תכנות מונחה עצמים (Java), חדו"א ב (במקביל)	4	1	<sup>(1)</sup> 2	7
0121416	פרקים במבני נתונים -מעבדה	1.0	מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א א * , תכנות מונחה עצמים (Java), חדו"א ב (במקביל)	-	-	2	2
<b>בסה"כ</b>		<b>15.5</b>		<b>16</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>21</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

#### שנה ב' - סמסטר 4

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0122407	אלגוריתמים 1	5.0	פרקים במבני נתונים	4	2	-	6
0132410	מערכות הפעלה	4.0	מבוא לתכנות מערכות, פרקים במבני נתונים, ארגון ותכנות המחשב	3	1	<sup>(1)</sup> 2	6
סה"כ		9.0		7	3	2	12

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

#### שנה ג' - סמסטר 5

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0121503	תכנות בשפת C++	3.5	תכנות מונחה עצמים (Java), מבוא לתכנות מערכות	3	1	<sup>(1)</sup> 1	5
סה"כ		3.5		3	1	1	5

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

#### שנה ג' - סמסטר 6

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0132408	רשתות תקשורת מחשבים	3.5	מבוא לתכנות מערכות, אלגברה לינארית(מ), מבוא להסתברות	3	1	<sup>(1)</sup> 2	6
סה"כ		3.5		3	1	2	6

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

**סה"כ: 52 נ"ז חובה**  
**על הסטודנט ללמוד 12 נקודות זכות נוספות מתוך קורסי הבחירה והסדנאות במדעי המחשב כדי להגיע ל-64 נ"ז**

**הערה:** את קורסי הבחירה ניתן לקחת החל מהסמסטר הרביעי ללימודים, בתנאי שיתקיימו דרישות הקדם.

ב. תכנית לימודים מומלצת לפי סמסטרים למתחילים את הלימודים בסמסטר

אביב

**שנה א' - סמסטר 1 (סמסטר ב' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0111401	מבוא למדעי המחשב	5.0		4	2	<sup>(1)</sup> 2	8
0121108	מתמטיקה דיסקרטית	4.0		3	2	-	5
0111101	חדו"א 1(מ)	5.0		4	2	-	6
<b>בסה"כ</b>		<b>14.0</b>		<b>11</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>19</b>

**שנה א' - סמסטר 2 (סמסטר א' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0121405	מבוא לתכנות מערכות	5.0	מבוא למדעי המחשב	3	2	<sup>(1)</sup> 2	7
0121502	תכנות מונחה עצמים (Java)	4.0	מבוא למדעי המחשב	4	0	<sup>(1)</sup> 3	7
0122104	חדו"א 2 (מ)	5.0	חדו"א 1(מ)	4	2	-	6
<b>בסה"כ</b>		<b>14.0</b>		<b>11</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>20</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

**שנה ב' - סמסטר 3 (סמסטר ב' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0111102	אלגברה לינארית(מ)	5.0	חדו"א ב' *	4	2		6
0121503	תכנות בשפת C++	3.5	תכנות מונחה עצמים (Java), מבוא לתכנות מערכות	3	1	<sup>(1)</sup> 1	5
<b>בסה"כ</b>		<b>8.5</b>		<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>11</b>

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

**שנה ב' - סמסטר 4 (סמסטר א' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0121413	פרקים במבני נתונים	4.5	מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א א', * תכנות מונחה עצמים (Java), חדו"א ב (במקביל)	4	1	<sup>(1)</sup> 2	7
0121416	פרקים במבני נתונים-מעבדה	1.0	מתמטיקה דיסקרטית,	-	-	2	2

				חדו"א א*, תכנות מונחה עצמים (Java), חדו"א ב (במקביל)			
9	4	1	4		5.5		סה"כ

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

**שנה ג' - סמסטר 5 (סמסטר ב' בשנה"ל)**

מס' קורס	שם הקורס	נ"ז	דרישות קדם	ש	ת	מ	ס"ה
0122407	אלגוריתמים 1	5.0	פרקים במבני נתונים	4	2	-	6
0132410	מערכות הפעלה	4.0	מבוא לתכנות מערכות, פרקים במבני נתונים, ארגון ותכנות המחשב	3	1	<sup>(1)</sup> 2	6
0132408	רשתות תקשורת מחשבים	3.5	מבוא לתכנות מערכות, אלגברה לינארית(מ), מבוא להסתברות	3	1	<sup>(1)</sup> 2	6
		12.5		10	4	4	18
							סה"כ

<sup>(1)</sup> שעות אלו ניתנות כתגבור ואינן מקנות נקודות זכות.

**סה"כ: 54.50 נ"ז חובה**  
**על הסטודנט ללמוד 12 נקודות זכות נוספות מתוך קורסי הבחירה והסדנאות במדעי המחשב כדי להגיע ל-64 נ"ז**

**הערה:** את קורסי הבחירה ניתן לקחת החל מהסמסטר הרביעי ללימודים, בתנאי שיתקיימו דרישות הקדם.

## **תכנית הלימודים** **פירוט הקורסים לפי סדר מספרי**

**מר אלכסנדר רואינסקי**

**מבוא לחדו"א**

0111100 - 0.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס

תרגיל

קבוצות מספרים, מספרים ממשיים. ביטוי אלגברי, פולינום ופירוקו לגורמים, פונקציות רציונליות, הוצאת חלק שלם, פרוק לשברים אלמנטריים (חלקיים). אי-שוויונים. ערך מוחלט ותכונותיו. אי-שוויונים בערכים מוחלטים. חזקות ולוגריתמים. יסודות הטריגונומטריה. סדרות ואינדוקציה מתמטית. פונקציות אלמנטריות, פונקציות לא אלמנטריות. הצגה קוטבית והצגה פרמטרית של פונקציה. מושגי יסוד בגיאומטריה אנליטית במישור. העתקות במערכת צירים, עקומה ריבועית כללית במישור.

**ד"ר סולומון וישקאוצן (סמס' א')**

**חדו"א 1(מ)**

**מר אלכסנדר רואינסקי (סמס' ב')**

0111101 - 5.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל

פונקציה ממשית של משתנה יחיד: גבולות ורציפות, רציפות על קטע סגור, פונקציות מונוטוניות ופונקציות הפיכות, נגזרות, המשפטים היסודיים של החשבון הדיפרנציאלי, משפט טיילור, כלל לופיטל, חקירת פונקציה. פונקציה קדומה ושיטות אינטגרציה, אינטגרל מסויים ותכונותיו, פונקציות אינטגרביליות, המשפטים היסודיים של החשבון האינטגרלי, אינטגרל מוכלל. סדרות אינסופיות של מספרים ממשיים, טורים מספריים: מבחני התכנסות ומשפט ליבניץ.

**פרופ' יזהר לבנר (סמס' א')**

**אלגברה לינארית(מ)**

**ד"ר אייזנר עידן (סמס' ב')**

0111102 - 5.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס

תרגיל

שדה המספרים המרוכבים, מטריצות, פעולות בין מטריצות, סוגי מטריצות. מערכות של משוואות ליניאריות – מבוא,

מרחבים וקטוריים, תתי-מרחבים, מערכת משוואות הומוגניות, צירופים ליניאריים, תת-המרחב הנפרש, חיתוך של תתי-מרחבים, סכום ישר של תתי-מרחבים, מרחב השורות של מטריצה, פתרונות של מערכות משוואות ליניאריות: פעולות אלמנטריות על שורות של מטריצה, מטריצות אלמנטריות, מטריצות הפיכות, פתרון משוואות באמצעות מטריצה הפיכה, תלות ואי-תלות, בסיס ומימד,

טרנספורמציות ליניאריות, גרעין, תמונה, תכונות, דרגה ונילפוטנטיות, אופרטורים ליניאריים, פעולות בין אופרטורים ליניאריים, איזומורפיזם, ייצוג על-ידי מטריצות, שינוי בסיסים, דימיון בין מטריצות, דטרמיננטות, הגדרה, תכונות, דטרמיננטות ומטריצות הפיכות, שיטת קרמר, הצגת מטריצה או טרנספורמציה ליניארית באמצעות פולינום, ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים, פולינום אופייני, ריבוי אלגברי וריבוי גיאומטרי.

**ד"ר שלמה חורי (סמס' א')**

**מערכות ספרתיות ומבוא למבנה המחשב**

**ד"ר דוניטה כהן (סמס' ב')**

0111306 – 5.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל

הקורס מקנה ידע בסיסי בתכנון מערכות ספרתיות ובמבנה מחשב. במסגרת הקורס יילמדו פונקציות בוליאניות, אלגברה בוליאנית, תכנון לוגי ומימוש מערכות ספרתיות שונות : מעגלים צירופיים (מרבבים, מפלגים, מפענחים, משוים, מסכמים, יחידות אריתמטיות לוגיות), מעגלים סדרתיים (יחידות בקרה, אוגרים, זיכרונות), מיקרו-מעבדים. בנוסף, הקורס יעסוק במבנה מחשב, בדגש על מחסנית לניהול פרוצדורות וריבוי תהליכים.

**פרופ' דני קוטלר (סמס' א')**

**מבוא למדעי המחשב**

**ד"ר דוניטה כהן (סמס' ב')**

0111401 – 5.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל + 2 ש"ס מעבדה

הקורס מלמד את עקרונות התכנות הבסיסיים באמצעות שפת פייתון. מבנה המחשב, שפות תכנות עיליות, מושגי יסוד בשפת פייתון : אופרטורים, טיפוסים נתונים, ביטויי תנאי, איטרציות, פונקציות, רשימות ורשימות מקוננות. list comprehension, מודל הזיכרון של פייתון ותופעות לוואי של פונקציות. גישה אלגוריתמית לפתרון בעיות : מציאת מספרים ראשוניים וחישוב חזקה בצורה יעילה. חישובי סיבוכיות. tuples, dictionary, פעולות ברשימות : חיפוש בינארי ומיון. פתרון בעיות באמצעות רקורסיה, פונקציות רקורסיביות. פונקציות מסדר גבוה. מבוא לתכנות מונחה-עצמים : אובייקטים, מחלקות, תכונות (attributes) ושיטות (methods).

**ד"ר תמר צמח (סמס' א')**

**חדו"א 2(מ)**

**מר אלכסנדר רואינסקי (סמס' ב')**

011210 – 5.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם : חדו"א 1(מ)**

סדרות וטורי פונקציות, טורי חזקות. וקטורים במרחב תלת ממדי. **מכפלות**: סקלרית, ווקטורית, מעורבת. מישור במרחב, ישר במרחב. פונקציות של מספר משתנים, גבולות ורציפות. נגזרות חלקיות מסדרים גבוהים, נוסחת טיילור. פונקציות סתומות, מערכות פונקציות סתומות. אקסטרמום של פונקציות של מספר משתנים, אקסטרמום מותנה, כופלי לגרנג'ר. אינטגרל כפול ומשולש, החלפת משתנים באינטגרל כפול ומשולש. פונקציה ווקטורית של משתנים סקלרים. אינטגרל קווי ומשטחי. משפטי גרין, גאוס וסטוקס.

## פרופ' יזהר לבנר

## מתמטיקה שימושית ותכנות מדעי

0112108 – 5.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל

דרישות קדם: חדו"א 1, אלגברה 1

- **מרחבי מכפלה פנימית**: חזרה על מרחבים ליניאריים, קבוצה פורשת, בסיס ומימד, מכפלה פנימית, דוגמאות שונות להגדרות של מכפלה פנימית במרחבים וקטוריים שונים, נורמה: הגדרת נורמה, מרחבים נורמיים, נורמה טבעית, אי שוויון קושי-שוורץ (Cauchy-Schwartz), מרחקים וזוויות בין וקטורים, אורתוגונליות ואורתונורמליות, מערכות אורתוגונליות ואורתונורמליות, נירמול של וקטורים, שיטת גרם-שמידט, פירוק QR, מטריצות אורתוגונליות, היטלים אורתוגונליים וקירוב במוצע, קירוב באמצעות ריבועים פחותים (Least squares), מערכות אורתונורמליות אינסופיות, אי-שוויון בסל, הלמה של רימן-לבג, שוויון פרסיבל, התכנסות בנורמה, סגירות ושלמות.
- **ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים**: מבוא, ליכסון מטריצה, מטריצות סימטריות, מטריצות מוגדרות חיובית, מטריצות דומות, SVD, מבוא לאנליזת רכיבים עיקריים (PCA).
- **תכנות מדעי ואנליזה נומרית**: הכרה בסיסית של סביבת העבודה (python with Scipy and Numpy or Matlab) תוך הדגמת מימוש חלק מהרעיונות המתמטיים של נושאי הקורס באופן נומרי באמצעות תכנה. לדוגמא: חישובי מטריצות ווקטורים, פתרון משוואות לינאריות, פעולות במטריצות, פירוק מטריצות, אינטגרציה נומרית: סכום מלבנים, שיטת הטרפז, שיטת סימפסון, הערכת שגיאות, גזירה נומרית, ניתוח סטטיסטי של נתונים מניסויים, מימוש מכפלה פנימית ונורמות, מימוש של תהליך גרם-שמידט, קירוב במוצע- קירוב של וקטורים ופונקציות על-ידי היטלים אורתוגונליים על מערכת אורתונורמלית סופית, פיתוח נומרי של טור פורייה באמצעות ריבועים פחותים.
- **מבוא למדע הנתונים (מבוא לסטטיסטיקה)**: מבוא לסביבת העבודה (python with Pandas), הצגה סיכום וויזואליזציה של נתונים (Exploratory data analysis and visualization), מבוא לשערוך: שערוך חסר הטיה, עקביות, סטטיסטי, חסם קרמר-ראו. בחינת השערות: ממוצע



יחיד ופרופורציה יחידה, רמת מובהקות, השערת האפס וההשערה האלטרנטיבית, טעות מסוג ראשון ושני, עצמה. מבוא לרגרסיה לינארית. רגרסיה לוגיסטית. השוואה בין שני מדגמים, השוואה בין מספר מדגמים (ANOVA).

- **טורי פורייה והתמרת פורייה:** פונקציות רציפות למקוטעין, פונקציות מחזוריות, מערכת הפונקציות הטריגונומטריות, טור פורייה קלאסי, חישוב מקדמי פורייה, תכונות, חזרה על מספרים מרוכבים, נוסחת אוילר, נוסחאות אוילר ההפוכות, הצגה אקספוננציאלית קומפלכסית, טור פורייה קומפלכסי, פונקציות זוגיות ואי-זוגיות, התכנסות נקודתית ומשפט דיריכלה, התכנסות במידה שווה, שימושים של טור פורייה, התמרת פורייה: הגדרה ותכונות, דוגמאות לחישוב, קונבולוציה, התמרת פורייה הבדידה.

### **ארגון ותכנות המחשב (הקורס ניתן רק לשנתונים קודמים) ד"ר דוניטה כהן**

0112402 – 3.0 נ"ז

2 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס מעבדה

ארגון החומרה: יע"מ, זיכרון מרכזי, התקני קלט/פלט והתקני אחסון משניים. תכנות בשפת סף ובשפת מכונה, הכנת תכנית לביצוע, הכרת תכנות מערכת: אסמבלר, תכנות קישור וטעינה, פסיקות תוכנה ופסיקות חמרה, ביצוע קלט/פלט ברמות הפשטה שונות, תכנות שירות של מערכת הפעלה ושל BIOS, תכנות תושבות בזיכרון.

### **מתמטיקה דיסקרטית ד"ר סולומון וישקאוצן**

0121108 – 4.0 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל

תורת הקבוצות: מושגי יסוד, פונקציות, חד-חד-ערכיות, על והפיכות, עוצמות של קבוצות, משפט קנטור, משפט קנטור-שרדר-ברנשטיין, יחסים, יחסי סדר, יחסי שקילות, אינדוקציה, משפט החתונה של הול. קומבינטוריקה: עקרון הכפל ועקרון החיבור, בחירות עם ובלי חזרות, עם ובלי סדר, נוסחת הבינום, הכלה והדחה, רקורסיה, מספרי קטלן, זהויות קומבינטוריות.

### **לוגיקה למדעי המחשב פרופ' דני קוטלר**

0121109 – 3.0 נ"ז

2 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** מתמטיקה דיסקרטית

תחשיב הפסוקים: הסקה טבעית, כללי הסקה, סמנטיקה לתחשיב הפסוקים, נאותות ושלמות של תחשיב הפסוקים; צורות נורמליות; מודלים, גרירה לוגית; תחשיב הפרדיקטים (תחשיב היחסים): מבנה השפה, הוכחות בתחשיב הפרדיקטים, סמנטיקה בתחשיב הפרדיקטים, מודלים, גרירה לוגית.

**ד"ר איתי שרון (סמס' א')**

**מבוא לתכנות מערכות**

**ד"ר תמר צמח (סמס' ב')**

0121405 – 5.0 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל + 2 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** מבוא למדעי המחשב

הקורס מהווה המשך ישיר לקורס מבוא למדעי המחשב. מטרתו העיקרית הנה בסוס יכולת התכנות של הסטודנט, ע"י כתיבת תוכניות גדולות ומורכבות. כמו כן הקורס מקנה ידע מקיף ונרחב בשפת C והיכרות עם מערכת ההפעלה לינוקס. בין הנושאים הנלמדים בקורס: מצביעים והקצאות דינמיות, מבוא למבני נתונים (רשימות מקושרות עצים בינאריים וגרפים), עבודה עם קבצים וביטים,

**פרופ' רן זיו**

**פרקים במבני נתונים**

0121413 – 4.5 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א 1(מ), תכנות מונחה עצמים (Java), במקביל חדו"א 2(מ)

יסודות מתמטיים: חסמים על גידול של פונקציות, מיון בועות ומיון הכנסה. מיון מיזוג ונוסחאות נסיגה, מבני נתונים בסיסיים: מחסניות ותורים, רשימות מקושרות. עצי חיפוש בינרים. עצים אדומים שחורים. עצי AVL. טבלאות גיבוב, ערמות ומיון ערימה, רשימת דילוגים, מיון מהיר, חסמים תחתונים על מיון, מיון בזמן ליניארי, חציונים וערכי מיקום. עצי B+, Tries, מבנה נתונים לקבוצות זרות (UNION-FIND), שיטות ניתוח לשיעורין: הצבירה, החיובים והפוטנציאל. מבני נתונים לגרפים.

המעבדה עוסקת במימוש של מבני נתונים קלאסיים: רשימות מקושרות, מחסניות, תורים, טבלאות גיבוב (hash-tables) ועצים. האלגוריתמים הקשורים לשימוש במבני נתונים אלו נלמדים בחלק העיוני של הקורס. המעבדה מתמקדת בהגדרת מבני הנתונים ובמימוש האלגוריתמים בשפת ג'אווה, תוך שימוש בחומר שנלמד בהרצאות. המעבדה מציגה עקרונות של תכנות מבני ומודולרי תוך שימוש בכלים של תכנות מונחה-עצמים כמו: כימוס, הורשה ופולימורפיזם.

**ד"ר תמר צמח**  
**ד"ר מיכל הורוביץ**

**מעבדה במבני נתונים**

0121416 – 1.0 נ"ז

2 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** מתמטיקה דיסקרטית, חדו"א 1(מ), תכנות מונחה עצמים (Java), במקביל חדו"א 2(מ)

חובה לקחת את הקורס "פרקים במבני נתונים" במקביל; לא ניתן לבצע את המעבדה ללא למידה של הקורס העיוני.

המעבדה עוסקת ביישום ומימוש של מבני נתונים קלאסיים בשפת Java:

רשימות מקושרות, מחסניות, תורים, טבלאות גיבוב (hash-tables), עצים, ערימות וגרפים. האלגוריתמים הקשורים לשימוש במבני נתונים אלו נלמדים במסגרת הקורס העיוני.

**ד"ר מיכל הורוביץ (סמס' א')**

**תכנות מונחה עצמים (Java)**

**ד"ר רון סיון (סמס' ב')**

0121502 – 4.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 3 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** מבוא למדעי המחשב

זהו קורס מבוא לתכנות מונחה-עצמים באמצעות שפת התכנות ג'אווה. מוצגים הנושאים הבסיסיים הבאים: מחלקות ועצמים, כימוס (encapsulation) והסתרת מידע (information hiding), הורשה, העמסה (overloading) והגדרה מחדש (overriding) של שיטות, ממשקים ומחלקות מופשטות, פולימורפיזם, מחלקות מקוננות, מרחבי שמות (באמצעות חבילות – packages). בנוסף, הקורס מכסה יישומים (applications) ויישומונים (applets) גרפיים, יצירת ממשקי משתמש גרפיים (GUI), טיפול באירועי משתמש (user events), וטיפול בחריגות (exceptions).

**ד"ר עפר שיר (סמס' א')**

**תכנות בשפת C++**

**ד"ר שלמה חורי (סמס' ב')**

0121503 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל + 2 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** תכנות מונחה עצמים (Java), מבוא לתכנות מערכות

שפת C++-C משופרת, delete-new, מחלקות ב C++, הפרדת ממשק ממימוש, בנאים ומפרקים, friend, העמסת אופרטורים, הורשה והורשה מרובה, פונקציות וירטואליות ופולימורפיזמים, המרות, templates ומבוא ל-STL, חריגות (exceptions), קלטים/פלטים ומשפחת streams, ניהול קבצים, פוינטר חכם.

## אלגברה מודרנית

0122103 – 3.0 נ"ז

2 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** אלגברה לינארית(מ), מתמטיקה דיסקרטית

**תורת המספרים:** חלוקה עם שארית, מחלק משותף מקסימלי, האלגוריתם של אוקלידס, זרות, ראשוניות, המשפט היסודי של האריתמטיקה, מספר וסכום מחלקים, מספרים מושלמים, משפט השאריות הסיני, פונקציית אוילר, משפט פרמה - אוילר, שימושים להצפנה (RSA).

**מבנים אלגבריים – חבורות:** דוגמאות (חבורת השאריות ממספר שלם ביחס לחיבור, חבורת השאריות הזרות למספר שלם ביחס לכפל, חבורת התמורות, חבורות מטריצות, חבורה ציקלית), תכונות יסודיות, חבורות חלקיות, קוסטים, יחס ההצמדה, חבורת מנה, הומומורפיזמים, חבורות חלקיות נורמליות, חבורות מנה, משפטי האיזומורפיזם.

## מבוא להסתברות

0122107 – 4.0 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** חדו"א 2(מ), מתמטיקה דיסקרטית

חישובי הסתברות המבוססים על מנייה, אקסיומות ההסתברות, מאורעות, הסתברות מותנית, תלות בין מאורעות, נוסחת Bayes.

**משתנים מקריים בדידים:** פונקציות הסתברות, תוחלת של משתנה מקרי, שונות. הכרת משתנים מקריים בדידים מיוחדים (ברנולי, בינומי, פואסון, גיאומטרי, בינומי שלילי, היפרגיאומטרי).

**משתנים מקריים רציפים:** פונקציית צפיפות, פונקציית התפלגות מצטברת, תוחלת ושונות. משתנה מקרי אחיד, משתנה מקרי נורמלי, משתנה מקרי מעריכי. התפלגויות רציפות אחרות: גאמה, קושי, ביתה. התפלגות משותפת, תלות בין משתנים מקריים, תכונות התוחלת, מומנטים, פונקציית יוצרת מומנטים, תוחלת מותנית, סכום משתנים מקריים, שונות משותפת, מתאם.

**משפטי גבול:** אי-שוויון צ'בישב, החוק החלש של המספרים הגדולים, משפט הגבול המרכזי.

## אלגוריתמים 1

0122407 – 5.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** פרקים במבני נתונים

## פרופ' רן זיו

אלגוריתמים אלמנטרים בגראפים: ייצוג של גרפים, חיפוש לרוחב, אלגוריתמים חמדניים: מציאת עץ פורש מינימלי בגרף ממושקל, (האלגוריתמים של Kruskal ושל Prim), בעיית תכנון הפעילויות, בעיות צביעה של קטעים, בעיית תרמיל הגב, בניית קוד Huffman. מציאת מסילות קלות ביותר בגרף ממושקל: האלגוריתם של Belman-Ford והאלגוריתם של Dijkstra, אלגוריתם Floyd-Warshall. חיפוש לעומק ושימושיו: מיון טופולוגי, מציאת רכיבים קשירים היטב. זרימה ברשתות: מושגים כלליים, מסילות משפרות, שיטת Fulkerson-Ford, משפט ה-Max-Flow Min-Cut, אלגוריתם Edmonds-Karp. מציאת שידוך מקסימלי בגרף דו-צדדי, משפט Hall ו-König. תכנון דינמי: חישוב מקדמי בינום, ת"ס מונוטונית ארוכה ביותר, ת"ס משותפת ארוכה ביותר, כפל סדרת מטריצות. אלגוריתמים נוספים בשיטת "הפרד ומשול": אלגוריתם Strassen לכפל מטריצות. כפל מקוצר, מציאת זוג נקודות קרובות ביותר במישור, טרנספורם פורייה המהיר.

## ד"ר שלמה חורי

## עקרונות שפות תכנות

0122423 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** פרקים במבני נתונים, לוגיקה למדעי המחשב

הקורס מעמת את שיטת התכנות הפרוצדורלי והתכנות מונחה-העצמים עם שתי פריגמות תכנות נוספות: תכנות פונקציונאלי (declarative programming), ותכנות לוגי (logic programming). בקורס נחשף לשלוש שיטות אילו דרך השפות Python, ML, ופרולוג. וכמו כן נכיר אספקטים שונים המבדילים בין שפות: תחום הצהרה (scope) דינאמי ולקסיקלי, ערכים, מילולונים (enumerated types), מערכות טיפוסים, איחסון, ביטויים, פקודות, בקרה, כימוס (encapsulation), ושגרות.

## ד"ר רון סיון

## ארכיטקטורת מחשבים

0131301 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** מערכות ספרתיות ומבוא למבנה המחשב

מדדים לביצועי המחשב, חוק אמדאל, חזרה על מעגלים צירופיים סטנדרטיים, מכוונות המצבים של Moore ו-Mealy, צמצום מצבים, שפת אסמבלי של MIPS, הקשר בין מבנה המחשב ואוסף ההוראות, RISC לעומת CISC, מעבר מן התוכנה לחומרה, ביצוע ההוראות ב-CPU, ארכיטקטורות Single Cycle, Multi Cycle ו-Pipeline, יחידת הבקרה. שיפור בביצועי הזיכרון ע"י הוספת זיכרון מטמון (Cache), מנגנון הזיכרון הוירטואלי וניהול הזיכרון, ריבוי משימות, התקני קלט/פלט.

## אוטומטים ושפות פורמליות

0131408 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** מתמטיקה דיסקרטית, פרקים במבני נתונים (במקביל)

אוטומט סופי דטרמיניסטי, שפות רגולריות, אוטומט סופי לא דטרמיניסטי, ביטויים רגולריים. תכונות של שפות רגולריות, למת הניפוח לשפות רגולריות. תכונות סגור של מחלקת השפות הרגולריות, בעיות הכרעה בשפות רגולריות. יחסי שקילות, משפט Myhill-Nerode ושימושו, צמצום אוטומטים. דקדוקים חסרי הקשר, חד-משמעות ורב-משמעות, פשוטים וצורות נורמליות. אוטומט מחסנית והשקילות לדקדוקים חסרי הקשר. למת הניפוח לשפות חסרות הקשר. תכונות סגור של מחלקת השפות חסרות ההקשר, בעיות הכרעה בשפות חסרות הקשר.

## ד"ר אלעזר בירנבוים

## מבנה קומפיילרים

0132402 – 3.5 נ"ז

2 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס תרגיל + 1 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** אוטומטים ושפות פורמליות, פרקים במבני נתונים

ניתוח לקסיקלי. ניתוח תחבירי. תרגום מונחה תחביר. בדיקת טיפוסים. סביבת זמן ריצה. יצירת קוד ביניים, יצירת קוד, אופטימיזציה של קוד.

## ד"ר יוסי קניזו

## רשתות תקשורת מחשבים

0132408 - 3.5 נ"ז

2 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל + 2 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** מבוא לתכנות מערכות, אלגברה לינארית(מ), מבוא להסתברות למידת קורס זה כוללת דיונים, תרגילים ופיתוח יישומים.

**דיונים:** הקדמה; מודל TCP/IP ומודל OSI; שכבת הטרנספורט (TCP ו UDP); שכבת הרשת ICMP IP; שכבת הערוץ; רשתות תקשורת מקומיות; פרוטוקולי ניתוב; פרוטוקולי שכבת אפליקציה HTTP, DNS; פצחנות ופריצות למערכות מחשב; פרוטוקולי אבטחת מערכות מחשב.

**פיתוח יישומים:** ממשק socket. תכנות יישומי רשתות בסביבת Linux.

## מערכות הפעלה

0132410 – 4.0 נ"ז

3 ש"ס + 1 ש"ס תרגיל + 2 ש"ס

מעבדה

## ד"ר תמר צמח

**דרישות קדם:** מבוא לתכנות מערכות, ארגון ותכנות המחשב, פרקים במבנה נתונים. למידת קורס זה כוללת דיונים תרגילים ופיתוח יישומים.

**דיונים:** מערכת הפעלה וקרנל; מבנה הקרנל; ניהול תהליכים: תהליכים ונימים, סמפורים, אלגוריתמי זימון; ניהול זיכרון: זיכרון וירטואלי, סגמנטציה; ניהול קלט פלט; מערכות קבצים; אבטחת מערכת ההפעלה: בקרת גישה. פריצה למחשב ע"י buffer Overflow. דוגמא רצה: Linux

**פיתוח יישומים:** ממשק מערכת ההפעלה; שירותי מערכת ההפעלה; תכנות מתקדם בסביבת Linux

## תכנות בסביבת האינטרנט

03-0199808 – 2.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה

**דרישות קדם:** תכנות מונחה עצמים ג'אווה

## מר אסף ישראלי

הקורס תכנות בסביבת האינטרנט נועד להקנות ידע תכנותי בתחום הרשת, הכולל תכנות אתרים ושרתים, בשפות הנפוצות כיום בשוק. הקורס יכול סקירה מעמיקה של אבני הבניין של הרשת (HTML, CSS, JAVASCRIPT), ימשיך בנושאים מתקדמים (jQuery, bootstrap) וכלי עזר לתכנות ברשת, ועד יצירת שרתים בשפות PHP ו-C#.

## השתלמות בתעשייה א'

0199004 - 1.0 נ"ז

4 ש"ס מעבדה

## מרכז: פרופ' רן זיו

התנסות בעבודה בתעשייה בהיקף של 500 שעות. היכרות עם המתודולוגיות של תכנון, פיתוח, קידוד, אבטחת איכות ותמיכה בלקוחות של מוצרי תוכנה המיועדים לשוק המסחרי. תלמידים המצטיינים בסדנה זו יוכלו להתמקד במהלך ההשתלמות בפרויקט אקדמי שיודרך על ידי מרצים מהחוג בשילוב עם מהנדסי התעשייה שבה הם משתלמים. לקורס זה יירשמו רק תלמידים שהתקבלו לתכנית "שילוב בתעשייה".

## **השתלמות בתעשייה ב'**

0199005 - 1.0 נ"ז

4 ש"ס מעבדה

המשך התנסות והשתלמות בתעשייה בהיקף של 500 שעות נוספות. לקורס זה יירשמו רק תלמידים שסיימו את הקורס "השתלמות בתעשייה א'" והתקבלו להשתלמות בת 500 שעות **נוספות** בתכנית "שילוב בתעשייה".

## **מרכז: ד"ר תמר צמח**

## **פרוייקט תוכנה (חובה)**

0199009 – 2.0 נ"ז

**דרישות קדם** : יקבעו ע"י המנחים

במהלך השנה השלישית ללימודיו, על כל סטודנט לבצע פרויקט גמר. פרויקט גמר הוא עבודת מחקר ו/או פיתוח שנעשית באופן עצמאי בידי הסטודנט, או במשותף עם סטודנט אחר ובהנחה של אחד מחברי הסגל של החוג. הסטודנטים רשאים לבחור נושא לפרוייקט בעצמם, לקבל נושא מהמנחה או איש סגל אחר, או לאתר דרישה מהתעשייה או מגורם חיצוני אחר. לפני תחילת ביצוע הפרוייקט, על הסטודנט להגיש הצעה לפרוייקט שתאושר בידי המנחה והאחראי על הפרוייקטים בחוג.

משך ביצוע הפרוייקט הוא בין סמסטר לשניים. עם סיום הפרוייקט יגישו הסטודנטים מסמך המתאר את הפרוייקט, ויציגו את הפרוייקט בפני חברי הסגל ותלמידי החוג. המצגת תכלול הרצאה קצרה (כ- 20 דקות). בפרוייקטים של פיתוח תכנה תתבצע גם הדגמה של התכנה שפותחה. ההצגות מתקיימות במועדים קבועים, פעמיים בשנה: בתחילת סמסטר סתיו ובתחילת סמסטר אביב.

## **מר גדי שור**

## **פרוייקט תוכנה FULLSTACK WEB (חובה)**

0199010 – 2.0 נ"ז

4 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם** : מערכות מסדי נתונים, סדנת תוכנה בסי שארפ  
"מטרת הפרוייקט היא לאפשר התנסות בביצוע פרויקט תוכנה על כל שלביו, כמקובל בתעשייה. לכל תלמיד יוצמד מנחה אשר ילווה אותו במהלך ביצוע הפרוייקט. התלמידים יאפיינו את הפרוייקט המוצע עם המנחה ויעבירו אותו לאישור רכז הקורס. הערכה סופית של הפרוייקט תבוצע ע"י המנחה, רכז הפרוייקטים ובדק נוסף. פרויקט זה הוא חובה לכלל תלמידי החוג.



## נושאים מתקדמים בתכנות מונחה עצמים

0199414 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה +1 ש"ס תרגיל +1 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** תכנות בשפת C++

הקורס יעסוק בנושאים מתקדמים של תכנות מונחה-עצמים, ומטרותיו העיקריות הן להביא את הסטודנטים לשליטה מלאה בפרדיגמת תכנות זו לצד התמקצעות טכנית מעמיקה בשפת C++ (תקן C++0x). בחלקו הראשון הקורס יעמיק בנושאים טכניים בשפת C++, לרבות מצביעים חכמים ותחביר העברות, ובחלקו השני יתמקד בתכנות מונחה-עצמים מתקדם, ובפרט בתבניות תכן (design patterns) ובתבניות תכנות נפוצות עבור מקרי-בוחר שונים.

## ד"ר תמר צמח

## מערכות זמן אמת

0199415 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה +1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** תכנות בשפת C++, מערכות הפעלה

מבוא. מערכות זמן אמת – הגדרה ודוגמאות. מערכות Hard RT כנגד מערכות Soft RT. מודל reference של מערכות זמן אמת. גישה כללית לתזמון במערכות Hard RT. תזמון: תזמון שעון, תזמון עפ"י עדיפויות, תזמון לא מחזורי וספורדי, תזמון במערכת רב-מעבדים. תקשורת RT. מבוא לתורת התורים.

## פרופ' יזהר לבנר

## מבוא לעיבוד אותות

0199419 - 3.5 נ"ז

2 ש"ס הרצאה +1 ש"ס תרגיל +1 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** חדו"א 1, אלגברה 1

בקורס זה יודגשו ההיבטים השימושיים של תורת האותות והמערכות, לצד לימוד העקרונות המתמטיים. דגש מיוחד יינתן לעיבוד ספרתי של אותות. נושאי הקורס: מבוא: ייצוג מתימטי של אותות ומערכות, שימושים של עיבוד ספרתי של אותות, אותות ומערכות בסיסיים. אותות סינוסואידליים. ייצוג של אותות סינוסואידליים באמצעות אקספוננציאלים קומפלכסיים, מעבדה: יצירת אותות בסיסיים בעזרת Matlab, הצגה ספקטרלית: אותות מחזוריים ולא מחזוריים, שימושים: אותות דיבור ואותות מוזיקליים, מודולציית אמפליטודה ותדר (AM ו-FM), מעבדה: סינתזה של אותות מוסיקליים, מבוא לדגימה: כיצד דוגמים אות - משפט הדגימה, מבט ספקטרלי על דגימה, שימושים: מערכות דגימה ושחזור, מבוא לכימוי (קוונטיזציה). מסננים ספרתיים: FIR ו-IIR. סינון אות מרעש, מיצוע והחלקת אותות, מעבדה: אותות סינוסואידליים, חיוג צלילים טלפוני,

שימושים בתקשורת, מודולציה ומודולציה, גילוי מעטפת, AM של אותות דיבור. מבוא לאותות אקראיים. תרגיל מעבדה: גילוי אותות ראדאר, מעבדה: סינון וגילוי קצוות של תמונות, התמרת פורייה והתמרת Z, מעבדה: אותות ביולוגיים, אנליזה ספקטרלית: אנליזה ספקטרלית של אותות מחזוריים ולא מחזוריים, הספקטרוגרם, שימושים: ספקטרוגרם של אותות דיבור ומוסיקה, דיבור מסונן. התמרת פורייה מהירה (FFT). מעבדה: מיצוי תדירויות של צלילים מוסיקליים.

## פרופ' רן זיו

## נושאים מתקדמים באלגוריתמים (סמינר)

0199523 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה +1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** אלגוריתמים 1

הקורס יכול לנשאים אשר יועברו ע"י המרצה ובהם: מבוא לקודים מתקני שגיאות, טרנספורם פורייה המהיר, נושאים בגיאומטריה חישובית. המשך הקורס יתבסס על הרצאות תלמידים שיבחרו מבין הנושאים הבאים: רשתות מיון, מעגלים אריתמטיים, התאמת מחרוזות, בעיות צביעה והקצאת תדרים, אלגוריתמי קירוב, אלגוריתמים לתכנות מרובה נימים ואלגוריתמים מקביליים, אלגוריתמים גיאומטריים, ערמות בינומיות, ערמות פיבונצ'י, עצי ואן אמדה בואס.

## ד"ר רון סיון

## מערכות מסדי נתונים

0199523 - 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה +1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** פרקים במבני נתונים

הקורס מציג מושגים יסודיים של מערכות מסדי נתונים ושל עיצוב מסדי נתונים: מודל ישויות – קשרים (E-R), מודל היחסים (relational model), סכמות של מסד, אלגברת יחסים, תחשיב יחסים, כללי נרמול באמצעות תלויות פונקציונאליות ובאמצעות תלויות רב-ערכיות. שפת השאילתות SQL נלמדת בהרחבה: הגדרה של עצמים במסד (DDL), שאילתות אחזור ועדכון (DML), תצפיות (views), אילוצים, והדקים (triggers). בנוסף הקורס עוסק בהיבטים המערכתיים של מערכות לניהול מסדי נתונים: ניהול תנועות, התאוששות ובקרת בו-זמניות. נושאים אלו נלמדים בהקשר של שילוב SQL בשפה מארחת. התרגול נעשה במערכת Microsoft Access ובסביבת MySQL.

## סדנת תוכנה (#C- ו- .net)

0199539 - 2.0 נ"ז

2 ש"ס הרצאה + 2 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** תכנות מונחה עצמים (Java)

מבוא ל .NET Framework. הכרות עם סביבת העבודה, בניית אפליקציה פשוטה, שימוש ב debugger ; סינטקס של C#, מבני בקרה, מתודות, מערכים ; OOP ב C# : מחלקות, הורשה, פולימורפיזם, Interfaces, העמסת אופרטורים ; טיפול בשגיאות זמן ריצה (Exception handling) ; מחרוזות וביטויים רגולריים ; תכנות גרי ואוספים (collections) ; דלגטים (delegates) ואירועים (events) ; עבודה עם מסדי נתונים : disconnected model, מבוא ל SQL, מבוא ל LINQ ; בניית אפליקצית חלונות עם User Controls : Widows Forms ; בניית תוכנית מרובת נימים ; עבודה עם streams, קלט ופלט ; בניית שרות WCF

## ד"ר דורון בן צבי

## ראייה ממוחשבת

0199615 - 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** אלגברה לינארית (מ), חדו"א 2(מ)

קורס זה עוסק במבוא לעיבוד תמונות וראייה ממוחשבת, מבנה תמונות, סינון תמונות, גילוי שפות, גילוי נקודות עניין, סגמנטציה, סיווג, וזיהוי.

נושאי הקורס: מבוא וסקירה כללית שימושים ומימושים, מצלמות ויצירת תמונות דיגיטליות, מסננים לינארים על תמונות, זיהוי שפות ופינות, טקסטורה, סטריאו, סגמנטציה, התאמת מודל למידע, פעולות מורפולוגיות על תמונה, סיווג, מבנים פירמידליים, מרחבי צבע, זהו מתוך נקודות אפיון איזוריאנטיות, התאמת תמונות, יצירת פנורמה, זיהוי פרצופים - אלגוריתם ויולה ג'ונס.

## ד"ר דורון בן-צבי

## עיבוד אותות קול ותמונה

0199617 - 3.5 נ"ז

2 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל + 2 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** מבוא לעיבוד אותות

אפיון תמונה וקול, אפיון מערכות ראייה, מודל יצירת הדיבור, ספרור התמונה ואות הקול, פעולות לשיפור הניגודיות בתמונה, פעולות סינון מרחביות של התמונה, פעולות סינון זמניות של אות הקול, הפחתת רעש בתמונה ובאות הדיבור, פעולות סינון בתחום התדר, תמונה ודיבור - אלגוריתמים לדחיסה ותקני דחיסה, ראייה ממוחשבת וזיהוי עצמים בתמונה, זיהוי דיבור.

## מבוא לקריפטולוגיה

0199619 - 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** אלגוריתמים 1, אלגברה מודרנית

הגדרה מתמטית של מערכת צפינה, הצפנה קלאסית: צופן קיסר, צופן הצבה, צופנים מונואלפבתיים ופוליאלפבתיים, צופני זרם, סודיות מושלמת, יוצר פסאודו רנדומלי, צופני בלוקים, סכמת Feistel, DES, 3DES ו-AES, רקע מתורת המספרים, צופן פומבי: RSA, יישומים של תורת המספרים: מבחני ראשוניות, אלגוריתמים לפרוק, צופנים פומביים אחרים: רבין, אלגמל, צופני KNAPSACK, צופן עקום אליפטי, אימות, חתימות דיגיטליות, סכמת החתימה של RSA, סכמת החתימה המבוססת על עקום אליפטי, פונקציות hash, SHA256, מטבעות קריפטוגרפיים: bitcoin, הפצת מפתחות, שיתוף סוד, קריפטוגרפיה קוואנטית, פריצת צופן RSA באמצעות מחשב קוואנטי\*.

## ד"ר אלעזר בירנבוים

## מבוא לבניה מלאכותית

0199624 - 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** פרקים במבני נתונים, אלגוריתמים 1, לוגיקה למדעי המחשב

פתרון בעיות באמצעות חיפוש, חיפושים עיוורים וחיפושים מבוססי ידע, שימוש ביוריסטיקות. חיפוש בגרף מרחב מצבים וחיפוש מקומי. בעיות של עמידה באילוצים. סוגים שונים של משחקים ואסטרטגיות לניצחון במשחקים, אלגוריתם ה-MiniMax ואלגוריתם אלפא-ביתא. ייצוג ידע וביצוע היסקים באמצעות לוגיקה קלאסית. רזולוציה וסקולמיזציה. ייצוג ידע באמצעות שיטות נוספות. תכנון – סקירה ואלגוריתמים בסיסיים. למידה – סקירה ושיטות עיקריות.

## פרופ' יזהר לבנר

## למידה חישובית

0199626 - 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** מתימטיקה שימושית ותכנות מדעי, מבוא להסתברות.

מבוא ללמידה חישובית: מהי למידה, דוגמאות ללמידה חישובית, למידה מודרכת ולא מודרכת. הגרסיה ליניארית: בעיית הרגרסיה, היפותזת למידה, אלגוריתם ה-LMS, gradient descent, פתרון מטריצי, המשוואות הנורמליות. רגרסיה לוגיסטית: בעיית סווג בינארית, משטח החלטה ליניארי ולא ליניארי, התאמת פרמטרים, פונקציית מחיר, עיקרון הסבירות המירבית, סווג רב מחלקתי, גולריזציה, דוגמאות: זיהוי spam. מסווגים ליניאריים: פרספרטרון, אלגוריתם לימוד הפרספרטרון,

שוליים וגאומטריה, הפרספטרום כרכיב לוגי, נתונים לא פרידים ליניארית, אלגוריתם הכיס, בעיית סווג ספרות בכתב יד. מבוא ל- Support Vector Machines : שוליים רחבים, שוליים גאומטריים מקסימליים, פרמטרי offset, אימות צולב, slack variables. למידה ביאסיאנית: תורת ההחלטות הביאסיאניות, כלל Bayes, עיקרון הסתברות אפוסטריורית מקסימלית (MAP), תכונות רציפות, יחס הנראות, סווג קצב שגיא מנימלי, סווג סיכון מנימלי, סווג ביאסיאני נאיבי. רגולריזציה ובחירת מודל. מבוא לרשתות עצביות: היפותזות לא ליניאריות, הפרספטרום, רשת עצבית מלאכותית, רשת Feed-Forward, אלגוריתם הלימוד להתאמת הפרמטרים, לימוד באמצעות Back Propagation, דוגמאות: סווג ספרות ואותיות בכתב יד. הפחתת ממדים, מבוא למודלים מקוביים חבויים.

### **ד"ר אלעזר בירנבוים**

### **פרקים בחישוביות וסיבוכיות**

0199702 - 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה +1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** אלגוריתמים 1 (במקביל), אוטומטים ושפות פורמליות, רמת פטור באנגלית

מכונות טיורינג, מכונות עם סרט אחד ומכונות עם כמה סרטים, מכונות דטרמיניסטיות ומכונות לא דטרמיניסטיות, מונים. שקילות המודלים השונים. התזה של צ'רץ' וטיורינג. דוגמאות לשפות מזוהות-טיורינג ולשפות כריעות בעולם של אוטומטים סופיים ובעולם של דקדוקים חסרי הקשר. אוניברסליות. בעיית העצירה. לכסון ורדוקציות. שפות לא כריעות ושפות שאינן מזוהות-טיורינג. שפות שלמות במחלקת השפות המזוהות-טיורינג. משפט Rice.

סיבוכיות זמן וסיבוכיות מקום. חישוביות בזמן פולינומיאלי. המחלקה P והמחלקה NP. דיון בשאלה האם  $P=NP$ . רדוקציות בזמן פולינומיאלי. משפט Cook. שפות NP-שלמות ממגוון תחומים.

### **גב' אביבה עבדול**

### **מערכות מידע**

0199703 - 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה +1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** תכנות מונחה עצמים (Java)

מטרת הקורס להקנות ידע והבנה בתחום מערכות מידע בכלל ובתהליך תכנון ועיצוב של מערכות מידע בפרט. הנושאים שילמדו בקורס כוללים: תפקיד מערכת המידע בארגון והסביבה הארגונית, הכרות עם סוגי מערכות מידע, תהליכי פיתוח של מערכות מידע, שיקולים בעיצוב מערכות מידע (DB, ממשקים ועיבודים), עיצוב מערכת מידע בגישה הקלאסית (ERD, ADISSA), לעומת עיצוב מערכת מידע בגישה מכוננת עצמים (UML). במהלך הקורס יתנסו הסטודנטים בתכנון ועיצוב של מערכות מידע בגישות השונות.

## פרויקט בתעשייה

0199802 - 2.0 נ"ז

## מרכז: פרופ' רן זיו

פרויקט מחקר ופיתוח בהדרכת אנשי סגל החוג ואנשי התעשייה. הפרויקט יבוצע בחברת תוכנה במסגרת תכנית "שילוב בתעשייה" של משרד התמ"ת. סטודנט יוכל להירשם לפרויקט זה רק לאחר שהתקבל לתכנית של משרד התמ"ת. סטודנטים הנרשמים לפרויקט זה לא יוכלו להירשם גם לפרויקט (0199002, 0199003), אך יוכלו להירשם להשתלמות בתעשייה (0199004, 0199005).

## סדנת תוכנה למערכות סולריות

0199818 – 2.0 נ"ז

4 ש"ס הרצאה

**דרישות קדם:** תכנות מונחה עצמים ג'אווה

הקורס נוסב סביב פיתוח אפליקציות היברידיות לטלפונים סולריים תוך התמקדות במערכת ההפעלה אנדרואיד. במהלך הקורס נכיר מגוון רחב של טכנולוגיות צד-לקוח מעולם תכנות הרשת (לרבות HTML 5), ונלמד כיצד להשתמש בהן בפיתוח אתרים, אפליקציות היברידיות לטלפונים סולריים, ואפליקציות היברידיות לפלטפורמות אחרות. הקורס יעסוק בתכנות Native בשפת JAVA, ויכלול נושאי בסיס (ארכיטקטורת אנדרואיד ואפליקציות פשוטות) וכן נושאים מתקדמים (תכנות למכשירים בגדלים שונים, עבודה עם שרתים ושירותים חיצוניים, ועוד).

## ביג דאטה

0199809 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** תכנות מונחה עצמים (Java), מבוא להסתברות

השגת מידע: השגת מידע מבסיסי נתונים ציבוריים ופרטיים, פורמטים מקובלים של קבצי נתונים, הכנת המידע לניתוח. חיפוש במאגרי מידע: בדיקה ראשונית של שאלת המחקר, הפקה והצגה של הנתונים, התאמת מודלים וכלים לניתוח מתקדם. הסקה סטטיסטית: מציאת קורלציה בין נתונים (Spearman, Pearson), הערכת מובהקות סטטיסטית, פיתוח מודלים סטטיסטיים, התמודדות עם ערכים חסרים. הכללת מסקנות: שימוש במודלים לרגרסיה לינארית וב-machine learning להסקת מסקנות וניבוי התנהגות עתידית

ניתוח מאגרי מידע בעזרת שפת R : עקרונות השפה, חבילות תוכנה (packages) לניתוחים סטטיסטיים, כריית מידע ומטלות אחרות של ניתוח מידע, סביבת העבודה RStudio. טכנולוגיות לניתוח Big data : כולל Hadoop, MapReduce ומחשוב ענן.

## **מבוא לבנינה חישובית**

0199811 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם :** חדו"א 2(מ), אלגברה מודרנית, מבוא להסתברות, אלגוריתמים 1

הקורס יעסוק בבנינה חישובית, שמקור השראתה הינו מודלים ביולוגיים בעלי "התנהגות חכמה", לצורך בניית אלגוריתמים לפיתרון בעיות מורכבות בתחומי הלמידה והאופטימיזציה. נושאי הקורס יכללו שיטות חישוביות רכות, מבוא לבעיות מורכבות בלמידה ואופטימיזציה, אופטימיזציה מסורתית לעומת יוריסטיקות מבוססות סימולציה, רשתות נוירונים : ממודל הנוירון ועל לרשתות מורכבות, חישוביות אבולוציונית (Evolutionary Computation) ואלגוריתמים גנטיים, בינה קבוצתית (Swarm Intelligence) : מושבות נמלים ולהקות ציפורים, מערכות חיסון (Artificial Immune Systems) לפיתרון בעיות, לוגיקה עמומה (Fuzzy Logic) ומערכות עמומות בבעיות מורכבות.

## **רשתות מהירות (הקורס לא יינתן בתשפ"א)**

0199815 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם :** רשתות תקשורת מחשבים, מבוא להסתברות

הביקוש ההולך וגדל לרוחב פס ברשת יוצר אתגרים חדשים בתכנון ומימוש רכיבי הרשת. אחד הרכיבים המרכזיים ברשת הינו מתגוננת התקשורת. הנתב הינו רכיב אלקטרוני עם מספר כניסות ומספר יציאות, והוא ממוקם בצמתי הרשת. תפקידו העיקרי הינו למתג חבילות שמגיעות אליו, כל חבילה ליציאה הנדרשת.

הגישות הנהוגות כיום למימוש משימתו העיקרית של הנתב תחת האילוצים ההולכים וגדלים של סביבת הרשת הינן רבות ומגוונות. חלק לא מבוטל מגישות אלו נשען על בחירת ארכיטקטורת הנתב, וכן שימוש במבני נתונים ואלגוריתמים תוך כדי התאמתם לאילוצים הספציפיים של סביבת הרשת. בקורס זה נסקור גישות אלו, נקנה ידע רחב על סביבת הרשת, וכן נראה דוגמאות לשימוש מעשי במבני נתונים, אלגוריתמים, ושיטות מתמטיות שונות.

## סמינר ברשתות

0199816 – 3.5 נ"ז

3 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל

**דרישות קדם:** רשתות תקשורת מחשבים, מבוא להסתברות

הביקוש ההולך וגדל לרוחב פס ברשת יוצר אתגרים חדשים בתכנון ומימוש רכיבי הרשת. אחד הרכיבים המרכזיים ברשת הינו מתגוננת התקשורת. הנתב הינו רכיב אלקטרוני עם מספר כניסות ומספר יציאות, והוא ממוקם בצמתי הרשת. תפקידו העיקרי הינו למתג חבילות שמגיעות אליו, כל חבילה ליציאה הנדרשת. בנוסף, הנתב נדרש למשימות רבות נוספות כגון חסימת חבילות המגיעות ממקור מסוים (לצרכי אבטחה), בחינת החבילות ומציאת וירוסים, סיווג חבילות, ביצוע מדידות שונות ועוד.

בקורס זה נסקור את משימותיו הנוספות של הנתב, המהוות חלק בלתי נפרד מפעולתו, ואשר נשענות על שימוש במבני נתונים ואלגוריתמים תוך כדי התאמתם לאילוצים הספציפיים של סביבת הרשת.

## ד"ר איאד סלימאן

## נושאים מתקדמים בפיתוח תוכנה

0199820 – 3.5 נ"ז

2 ש"ס הרצאה + 1 ש"ס תרגיל + 2 ש"ס מעבדה

**דרישות קדם:** תכנות מתקדם בשפה כלשהי (Java או ++C)

מטרת הקורס להקנות לסטודנט ידע וראיה כוללת של תחום הנדסת התוכנה, המאפשרת פיתוח פרוייקטים בצוות. בקורס נדון ביצירת דרישות למערכות תכנה, ניתוח וניהולן; מודלים של מחזור חיים של תכנה, החל בשלב התכן, ועבור לטכניקות פיתוח, אינטגרציה, בקרת איכות, הפצה, התקנה ותמיכה. נכיר כילים שנועדו לסייע בשלבים אלה: שפת המידול UML, כלי עזר בפיתוח תכנה (case), כילים לניהול גרסאות תכנה וכלי עזר לבדיקות תכנה. הקורס ילווה במעבדה בה יפותח פרוייקט לדוגמא תוך שימוש בשיטות ובכילים הנלמדים במקביל.

## גב' אתי ברגר ומר יניב ברקאי

## סדנת מבוא להגנת סייבר

0199828 – 2.0 נ"ז

3 ש"ס הרצאה

**דרישות קדם:** רשתות תקשורת מחשבים

עם התחזקות התלות במיחשוב, עוצמת הנזק של הפשיעה הקיברנטית בעולם הינה בעלייה מתמדת: גניבה של מידע בעלות של מיליארדי דולרים, גרימת נזק בלתי הפיך לארגונים, פגיעה באמינות של מערכות ועוד. לפיכך הצורך בהיכרות עם עולם התקיפה וההגנה, כלי הגנה ויכולת תגובה מהירה הולך ומתחדד. הקורס המוצע נבנה מתוך ידיעה והבנה רחבים בצרכים אותם מציב עולם הסייבר ויקיף את



כלל נושאי הליבה הנדרשים בעולם זה: החל מנושאי בסיס כמו מערכות הפעלה ותקשורת, לצד נושאים מתקדמים כמו תקיפות Web וכלה בניצול חולשות של מערכות הפעלה ואפליקציות. הסדנא תתקיים בסביבת לינוקס.

### **היבטים משפטיים של יחסי עבודה לאנשי תוכנה** **עו"ד תמר גוטגולד כהן**

0199829 – 2.0 נ"ז \* (רק 1.0 נ"ז יוכרו כמדעי המחשב, 1.0 נ"ז נוספים על-חשבון חוגים אחרים)

2 ש"ס הרצאה

בקורס נעסוק בסוגיות משפטיות ואתיות הרלוונטיות לסטודנטים למדעי המחשב. נכיר מושגי יסוד במשפט תוך הכרות עם חוזי העבודה. נדון בזכויות סוציאליות בדיני עבודה כגון שעות נוספות, שכר כולל, חופשה, הבראה מחלה פנסיה, ונתעמק בחובת תום הלב. נכיר פסקי דין הרלוונטיים לעבודה בעולם ההייטק. ננתח סוגיות אתיות הרלוונטיות לעובדי מחשוב ובהן הגבלות תחרות, לרבות במעבר בין מקומות עבודה ושמירה על סודות מסחריים.

### **למידה עמוקה בפיתון** **ד"ר בוריס יאזמיר**

0199832 – 3.5 נ"ז

הקורס אינו מיועד לסטודנטים המשוייכים למקבץ AI או למקבץ עיבוד אותות (עבורם הקורס הרלוונטי הינו "למידה חישובית" 199626); נ"ז לא יוכרו עבור מקבצים אלו או עבור בוגרי הקורס 199626.

4 ש"ס הרצאה

### **דרישות קדם:** מתמטיקה שימושית ותכנות מדעי, תכנות בשפת ++C, חדו"א 2 (מ),

במהלך הקורס נבין אופן פעולה ונממש בינה מלאכותית הנסמכת על רשתות עצביות ולמידה עמוקה. נפתור מגוון בעיות מעשיות בראייה ממוחשבת ובמדעי הנתונים, שפוגשים בחיי יום יום. נלמד להשתמש במגוון כלי תכנות מבוססי פיתון. סקירת בעיות סיווג קלאסיות. חומרה ותוכנה המשמשת ללמידה עמוקה. מבוא ל: Python, Numpy, Pandas, PyTorch. פונקציות הפסד ושיטות אופטימיזציה. רשתות עצביות ושיטת Backpropagation. Convolutional Neural Networks. שיטות לאימון רשתות עצביות. ארכיטקטורות CNN מתקדמות. Recurrent Neural Networks. זיהוי וסגמנטציה. הצגת והבנת מנגנוני פעולה של הרשתות העצביות. בעיות ברשתות עצביות. רשתות עצביות לסיתזה (GAN).