

**בית-הספר**  
**למדעי המחשב**

**בית-הספר למדעי המחשב**

**פרופ' חיים וולפסון – ראש בית-הספר**  
**פרופ' יוסי עזר – ראש החוג**  
**גב' נורית שמרת-ענר – רפזת מנהלית של בית-הספר**

**מורי בית-הספר**

אלכסנדר רבינוביץ	ד"ר	עמירם יהודאי	פרופ'	ארנון אברון	פרופ'
עודד רגב	ד"ר	יחזקאל ישורון	פרופ'	אמיר אורבך	פרופ'
איתן רופין	פרופ'	דניאל כהן-אור	פרופ'	נתן אינטרטור*	פרופ'
ניר שביט**	פרופ'	חנוך לוי	פרופ'	נוגה אלון	פרופ'
שמואל שגיב	ד"ר	יוסף מטיאס	פרופ'	יהודה אפק	פרופ'
בן-ציון שור	פרופ'	טובה מילוא**	ד"ר	ויקטור בריילובסקי**	פרופ'
רון שמיר	פרופ'	יישי מנצור	פרופ'	נחום דרשוביץ	פרופ'
מיכה שריר	פרופ'	שמואל ספרא	פרופ'	דן הלפרין	פרופ'
אמנון תא-שמע	ד"ר	יוסי עזר	פרופ'	חיים וולפסון	פרופ'
		עמוס פיאת	פרופ'	סיון טולדו	פרופ'
		חיים קפלן	ד"ר	מיכאל טרסי**	פרופ'

**פרופ' אמריטוס**

פרופ' בועז טרכטנברוט

**רשימת מורים מן החוץ לשנת-הלימודים תשס"ד**

יהודה רודיטי	פרופ'	שמואל טישברוביץ'	ד"ר	אל אינסלברג	פרופ'
ישראל רוזן	ד"ר	אירנה מילשטיין	גב'	שי בושניסקי	מר
יעקב שטיין	ד"ר	אברהם מנדלסון	ד"ר	תמר בניה	גב'
		דוד סרנה	מר	גדעון דרור	ד"ר
		אוהד פליק	מר	ורד גפני	ד"ר
		דבורה קורן	ד"ר	מיכאל וינוקור	ד"ר

**רשימת סגל זוטור לשנת-הלימודים תשס"ד**

גדי קימל	ד"ר	תמיר טולר	מר	עדי אבידור	מר
ליעם רודיטי	מר	ערן יהב	מר	אייל אבן-דר	מר
דוד רז	מר	צור יצחקיאן	מר	אנג'לה אנוש	גב'
יוסי ריכטר	מר	תמיר כהן	מר	ניר אנדלמן	מר
שאול חיים	מר	אתי נבון	גב'	ורה אסודי	גב'
עודד שוורץ	מר	אנדריי סוציו	מר	אלחנן ברונשטיין	מר
אורי שלו	מר	אולגה סורקין	גב'	איריס גבר-רוזנבלום	גב'
אסף שפירא	מר	אתי עזרא	גב'	מירה גונן	גב'
נירה שפירי	גב'	דרור עירוני	מר	עידו דרורי	מר
מקסים שצקי	מר	רויטל עירוני	גב'	דני הנדלר	מר
אלון שקלר	מר	אמיתי ערמון	מר	נורית הספל	גב'
עמוס תנאי	מר	אפי פוגל	מר	ירון וין	מר
		עידו צמרת	מר	אלעד ורבין	מר
		טלי קאופמן	גב'	דורון חן	מר

\* לא ילמד בסמסטר א' או ב' תשס"ד.

\*\* לא ילמד בתשס"ד.

## תכניות הלימודים לקראת התואר "בוגר אוניברסיטה" בבית-הספר למדעי-המחשב

בבית-הספר למדעי-המחשב קיימות תכניות הלימודים הבאות לתואר הראשון :

1. תכנית חד-חוגית במדעי-המחשב (B.Sc.)
2. תכניות דו-חוגיות (B.Sc.) בפקולטה למדעים מדויקים :
  - א. מדעי-המחשב ומתמטיקה
  - ב. מדעי-המחשב וסטטיסטיקה וחקר-ביצועים
  - ג. מדעי-המחשב ופיזיקה
  - ד. מדעי-המחשב וכימיה
  - ה. מדעי-המחשב וגיאופיזיקה ומדעים פלנטריים
3. תכנית לימודים משולבת לתואר ראשון בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה ובמדעי-המחשב (B.Sc.)
4. תכנית לימודים דו-חוגית במדעי-המחשב ובביולוגיה עם הדגש בביואינפורמטיקה (B.Sc.)
5. מדעי-המחשב כחוג משני בתכניות חד-חוגיות בפקולטה למדעים מדויקים (B.Sc.) :
  - א. פיזיקה - חוג ראשי, מדעי-המחשב - חוג משני (ראה בית-הספר לפיזיקה ולאסטרונומיה)
  - ב. כימיה - חוג ראשי, מדעי-המחשב - חוג משני (ראה בית-הספר לכימיה)
6. תכניות דו-חוגיות עם חוג נוסף מפקולטה אחרת (B.Sc.)

תקנון הלימודים בבית-הספר למדעי-המחשבהשתתפות בקורסים

ככלל, הרישום וההשתתפות בכל קורס בבית-הספר מותנים במילוי הדרישות המוקדמות שלו. למרות זאת:

- א. תלמיד יוכל ללמוד קורס מהחוג למדעי המחשב רק אם התקבל לתכנית לימודים במדעי המחשב או אם קיבל אישור לכך מוועדת ההוראה.
- ב. תלמיד אשר למד ולא עבר קורס המהווה דרישה מוקדמת לקורס מתקדם, יוכל להשתתף בקורס המתקדם על-תנאי, כפוף לאישור ועדת ההוראה\*.

מועדי בחינות

- א. מועדי בחינות א' ו-ב' - בבית-הספר מתקיימים שני מועדי בחינות. בקורסי עונת לימודי הקיץ יאוחד מועד ב' עם המועד המיוחד או יתקיים בסוף סמסטר א', בשנת הלימודים העוקבת.
- ב. מועד מיוחד לבחינות - לתלמידים אשר שירתו במילואים במועדי הבחינות הרגילים יתקיים מועד מיוחד, לאחר מועד ב'. רשאים להיבחן במועד זה גם תלמידים שנמנע מהם להיבחן במועד הרגיל מסיבות מוצדקות, וזאת באישור ועדת ההוראה.

סיום חובות הלימודים

- א. על תלמיד בית-הספר לסיים בהצלחה את כל הקורסים המופיעים בתכנית הלימודים של שנה א' במשך תקופה שאינה עולה על שלושה סמסטרים אקדמיים. במקרים חריגים יוכל התלמיד לחרוג מדרישה זו באישור ועדת ההוראה. לימודים בעונות לימודי הקיץ הכלולות בתקופה זו או צמודות לה לא יכללו במנין שלושת הסמסטרים.
- ב. על תלמיד בית-הספר לסיים בהצלחה את כל קורסי התואר הראשון בבית-הספר לא יאוחר מחמש שנים מאז התחיל בלימודיו.
- ג. על התלמידים להשלים במלואה את מכסת השעות לתואר לפי המפורט בכל אחת מתכניות הלימודים.

---

\* ראה תנאי התקדמות.

תנאי מעבר

- א. תלמיד אשר לא עבר בחינה (נכשל או לא ניגש לבחינה) במועד א' בקורס חובה מתוך תכנית הלימודים, ייגש למועד ב'.  
תלמיד אשר לא עבר בחינה (נכשל או לא ניגש לבחינה) במועד ב', יחזור על הקורס (רישום ובחינה) פעם נוספת ואחרונה בסמסטר בו יינתן הקורס בשנית.
- ב. תלמיד שציונו הסופי הוא "נכשל" בקורס בחירה יוכל לבחור בקורס בחירה אחר במקום הקורס שבו נכשל. התלמיד יוכל בכל שלב להמיר קורס בחירה, אותו למד, בקורס בחירה אחר, אך הכשלוניות בבחינות של הקורס המומר יופיעו ברשימת הלימודים ויימנו במניין הכשלוניות.

**תלמיד לא יוכל להשתתף בקורס אם נכשל בשני מועדים באחד המקצועות שמהווים דרישה מוקדמת עבור אותו קורס**

**ועדת ההוראה של בית-הספר למדעי המחשב רשאית להחליט על הפסקת לימודים אקדמית בכל אחד מהמקרים הבאים :**

1. תלמיד אשר לא עבר בחינה (נכשל או לא ניגש לבחינה) בקורס סמסטריאלי אחד, שבו לא מתקיים מועד ב' בתום הסמסטר, יוכל להמשיך בלימודיו, אך יהיה חייב לעמוד בבחינה בקורס בו נכשל עד תום שנת הלימודים הבאה.  
**כשלוך בקורס יגרוך הפסקת לימודים.**
2. תלמיד אשר לא עבר בחינה (נכשל או לא ניגש לבחינה) ב-2 קורסים סמסטריאליים, יהיה חייב לחזור על הקורסים בהם נכשל עד תום שנת הלימודים הבאה.  
**כשלוך באחד משני הקורסים יגרוך הפסקת לימודים.**
3. תלמיד אשר לא עבר בחינה (נכשל או לא ניגש לבחינה) ב-3 קורסים סמסטריאליים לא יוכל להתקדם בלימודיו. עם-זאת, בשנת הלימודים הבאה, יוכל התלמיד לחזור (לימוד ובחינה) אך ורק בקורסים שבהם נכשל.  
**כשלוך באחד משלושת הקורסים יגרוך הפסקת לימודים.**
4. תלמיד אשר לא עבר בחינה (נכשל או לא ניגש לבחינה) ב-4 קורסים סמסטריאליים או יותר, **יפסקו לימודיו.**
5. תלמיד אשר צבר במהלך לימודיו 10 כשלוניות, גם אם תוקנו, **יפסקו לימודיו.**

**הערה :**

תלמיד הלומד לימודים חלקיים, מספר הכישלוניות לצורך הפסקת-לימודים, יהיה יחסי לכלל לימודיו.

**תכנית לימודים מורחבת (חד-חוגית) במדעי המחשב  
לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc.**

תכנית לימודים זו מקנה ידע נרחב במדעי המחשב. התכנית מיועדת לטובי הסטודנטים המעוניינים להתמחות בצורה מעמיקה בתחום מדעי המחשב. ההכשרה המורחבת תאפשר לבוגרי המסלול להשתלב בצורה מהירה יותר בעבודה בתעשייה וכן תקל עליהם את האפשרות להמשיך לתארים מתקדמים יותר במדעי המחשב.

הנושאים הנלמדים כוללים הבנת מבנה המחשב ודרכי פעולתו, שפות תכנות וטכניקות תכנות מתקדמות, אלגוריתמים לפתרון בעיות שונות ומודלים מתמטיים למכונות חישוב ושפות.

היקף הלימודים בתכנית זו הוא 128 ש"ס, מהם:

1. 44 ש"ס קורסי חובה במתמטיקה וסטטיסטיקה.
2. 57 ש"ס קורסי חובה במדעי המחשב.
3. 24 ש"ס קורסים נוספים במדעי המחשב.
4. 3 ש"ס קורס בחירה מכל פקולטה אחרת, אותו ניתן לקחת בכל אחת משנות הלימודים (ראה 'קורסי בחירה כלליים').

**שנה א'**

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
<b>סמסטר ראשון</b>				
חובה	0366.1111	אלגברה לינארית 1	4 + 3	---
	0366.1101	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1	4 + 3	---
	0368.1105	מבוא מורחב למדעי המחשב	*4 + 2	מתמטיקה בדידה, במקביל
	0368.1118	מתמטיקה בדידה	4 + 2	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1, במקביל, אלגברה לינארית 1, במקביל.
<b>סמסטר שני</b>				
חובה	0366.1102	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2	4 + 3	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1.
	0366.1112	אלגברה לינארית 2	4 + 2	אלגברה לינארית 1.
	0365.1102	מבוא להסתברות	3 + 2	---
	0368.2157	תוכנה 1	3 + 1	מבוא מורחב למדעי המחשב
	0368.2158	מבני נתונים	3 + 1	מבוא להסתברות, במקביל, מבוא מורחב למדעי המחשב תוכנה 1, במקביל.
		<b>סה"כ</b>	<b>52 ש"ס</b>	

\* + 2 ש"ס מעבדה – רשות. מעבדה זו תקנה כלים ראשוניים בתכנות.

## שנה ב'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר שלישי</b>				
אלגברה לינארית 1, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2.	3 + 1	משוואות דיפרנציאליות רגילות 1	0366.2103	חובה
מבוא להסתברות, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2.	3 + 1	הסתברות	0365.2100	
תוכנה 1, או במקביל.	3 + 1	מבנה מחשבים	0368.2159	
מבני נתונים.	3 + 1	יעילות של חישובים	0368.2160	
מבוא מורחב למדעי המחשב	3 + 1	מודלים חישוביים	0368.2200	
<b>סמסטר רביעי</b>				
מבוא מורחב למדעי המחשב, אלגברה לינארית 2, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2, או במקביל.	3 + 1	מבוא לאנליזה נומרית	0366.2105	חובה
תוכנה 1, מבני נתונים, או במקביל.	2	פרוייקט תוכנה	0368.2161	
מבני נתונים, מבנה מחשבים, פרוייקט תוכנה, או במקביל.	3 + 1	מערכות הפעלה	0368.2162	
מתמטיקה בדידה, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1, אלגברה לינארית 2.	3 + 1	לוגיקה למדעי המחשב	0368.2170	
יעילות של חישובים, מודלים חישוביים.	3 + 1	סיבוכיות	0368.3168	
<b>38 ש"ס</b>		<b>סה"כ</b>		

## שנה ג'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר חמישי ושישי</b>				
מערכות הפעלה, מודלים חישוביים.	3 + 1	קומפילציה	0368.3133	חובה
	3 + 2	סדנה + מעבדה	0368.xxxx	
	2	סמינר	0368.xxxx	
	24	קורסים במדעי המחשב*	0368.xxxx	בחירה
	3	קורס בחירה מפקולטה אחרת**	xxxx.xxxx	
<b>38 ש"ס</b>		<b>סה"כ</b>		

\* ראה פירוט ברשימת הקורסים במדעי-המחשב; מתוך קורסי הבחירה ניתן לבחור 3 ש"ס מתחומים אחרים.  
 \*\* בתנאי שמתקיימת בחינה בסיומו.

**תכנית לימודים דו-חוגית במתמטיקה ובמדעי המחשב  
לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc.**

תכנית לימודים זו מקנה את הידע הבסיסי במתמטיקה ובמדעי המחשב. הנושאים הנלמדים כוללים הבנת מבנה המחשב ודרכי פעולתו, שפות תכנות וטכניקות תכנות מתקדמות, אלגוריתמים לפתרון בעיות שונות ומודלים מתמטיים למכונות חישוב ושפות. הלימודים דורשים גם שעות רבות של עבודה מעשית במעבדה. מספר המקומות בתכנית זו מוגבל והקבלה לתכנית מותנית בעמידה בתנאי הקבלה לתכנית הלימודים במדעי המחשב.

היקף הלימודים בתכנית הוא 128 ש"ס, מתוכן ילמד התלמיד את כל קורסי החובה במתמטיקה בהיקף 69 ש"ס, כאשר הקורס "הסתברות" מ"שביעיית הבחירה" הינו קורס חובה, והן 59 ש"ס בחוג למדעי המחשב.

**ציון גמר**

עם סיום הלימודים יקבלו המסיימים שני ציוני גמר. ציון הגמר מורכב מהציונים המשוקללים של כל הקורסים שנדרש התלמיד ללמוד כמפורט להלן: במתמטיקה בהיקף של 69 ש"ס, במדעי המחשב בהיקף של 59 ש"ס. הקורסים "מתמטיקה בדידה" ו"מבוא מורחב למדעי המחשב" ישוקללו בציון הגמר במדעי המחשב.

**תכנית לימודים במתמטיקה ובמדעי המחשב**

**שנה א'**

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
<b>סמסטר ראשון</b>				
חובה	0365.1102	מבוא להסתברות	3 + 2	---
	0366.1101	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1	4 + 3	---
	0366.1111	אלגברה לינארית 1	4 + 3	---
	0368.1118	מתמטיקה בדידה	4 + 2	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1, או במקביל, אלגברה לינארית 1, או במקביל
<b>סמסטר שני</b>				
חובה	0366.1102	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2	4 + 3	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1
	0366.1112	אלגברה לינארית 2	4 + 2	אלגברה לינארית 1
	0366.1115	גיאומטריה אנליטית	2 + 1	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2, או במקביל, אלגברה לינארית 2, או במקביל
	0368.1105	מבוא מורחב למדעי-המחשב	4 + 2	מתמטיקה בדידה
	0366.1823	קורס הכנה בפיזיקה*	4	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1
		<b>סה"כ</b>	<b>47 ש"ס</b>	

\* ראה פירוט בפרק מהלך הלימודים לקראת התואר "בוגר אוניברסיטה".



## שנה ב'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר שלישי</b>				
מבוא להסתברות, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2	3 + 1	הסתברות	0365.2100	חובה
גיאומטריה אנליטית, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 2	4 + 2	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 3	0366.2141	
מבוא מורחב למדעי המחשב.	3 + 1	תוכנה 1	0368.2157	
מבוא להסתברות, מבוא מורחב למדעי המחשב, תוכנה 1, במקביל.	3 + 1	מבני נתונים	0368.2158	
תוכנה 1, או במקביל.	3 + 1	מבנה מחשבים	0368.2159	
<b>סמסטר רביעי</b>				
	6 + 2	2 קורסים מתמטיים נוספים*	0366.xxxx	חובה
מבני נתונים, מבנה מחשבים, פרויקט תוכנה, או במקביל.	3 + 1	מערכות הפעלה	0368.2162	
מבני נתונים	3 + 1	יעילות של חישובים	0368.2160	
מבוא מורחב למדעי	3 + 1	מודלים חישוביים	0368.2200	
מתמטיקה בדידה, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1, אלגברה לינארית 2.	3 + 1	לוגיקה למדעי המחשב (ניתן לקחת בסמסטר קודם או בשנה ג')	0368.2170	
תוכנה 1, מבני נתונים, או במקביל.	2	פרויקט תוכנה	0368.2161	
<b>48 ש"ס</b>		<b>סה"כ</b>		

## שנה ג'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר חמישי ושישי</b>				
מודלים חישוביים, יעילות של חישובים.	3 + 1	סיבוכיות (רצוי בסמסטר החמישי)	0368.3168	חובה
	3 + 1	קורס מתמטי נוסף*	0366.xxxx	
ראה פירוט בתכנית לימודים חד-חוגית במתמטיקה.	12	עוד שלושה קורסים מ"שביעיית הבחירה"	0366.xxxx	
	2	סמינר	0368.xxxx	
	3 + 2	סדנה + מעבדה	0368.3500	
	6	קורסי בחירה במדעי המחשב	0368.xxxx	בחירה
<b>33 ש"ס</b>		<b>סה"כ</b>		

\* מתוך הקורסים: "משוואות דיפרנציאליות רגילות 1", "מבוא לאנליזה נומרית", "תורת הפונקציות המרוכבות 1".

**תכנית לימודים דו-חוגית בסטטיסטיקה וחקר ביצועים ובמדעי המחשב  
לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc.**

התכנית משלבת לימודים בסטטיסטיקה, בחקר ביצועים, במתמטיקה ובמדעי המחשב, וכלולים בה קורסים עיוניים ומעשיים. התכנית מהווה הכנה טובה ביותר לקראת השתלבות בעבודה מעשית וכמו כן מאפשרת לבוגריה להמשיך בלימודים לתואר "מוסמך אוניברסיטה" במדעי המחשב, בסטטיסטיקה ובחקר ביצועים. היקף הלימודים בתכנית הוא 128 ש"ס.

**ציון גמר**

עם סיום הלימודים יקבלו המסיימים שני ציוני גמר, ציון גמר בסטטיסטיקה וחקר ביצועים וציון גמר במדעי המחשב. לשם כך יחושבו לתלמיד שלושה ציונים סופיים. ציון סופי במתמטיקה, ציון סופי במדעי המחשב וציון סופי בסטטיסטיקה וחקר ביצועים. כל אחד משני ציוני הגמר (במדעי המחשב או בסטטיסטיקה וחקר ביצועים) יהיה ממוצע משוקלל של הציון הסופי במתמטיקה במשקל 25% והציון הסופי המתאים (במדעי המחשב או בסטטיסטיקה וחקר ביצועים) במשקל 75%.

**תכנית לימודים בסטטיסטיקה וחקר ביצועים ובמדעי המחשב**

**שנה א'**

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר ראשון</b>				
---	3 + 2	מבוא להסתברות	0365.1102	חובה
---	4 + 2	חשבון אינפיניטסימלי 1	0366.1121	
---	3 + 1	מבוא לאלגברה 1	0366.1119	
חשבון אינפיניטסימלי 1 או במקביל, מבוא לאלגברה 1 או במקביל	4 + 2	מתמטיקה בדידה	0368.1118	
<b>סמסטר שני</b>				
חשבון אינפיניטסימלי 1	4 + 2	חשבון אינפיניטסימלי 2	0366.1122	חובה
מבוא לאלגברה 1	3 + 1	מבוא לאלגברה 2	0366.1120	
מתמטיקה בדידה	4 + 2	מבוא מורחב למדעי-המחשב	0368.1105	
מבוא להסתברות או באישור המרצה	3 + 1	מבוא לסטטיסטיקה	0365.1813	
<b>41 ש"ס</b>		<b>סה"כ</b>		

## שנה ב'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר שלישי</b>				
מבוא להסתברות, חשבון אינפיניטסימלי 2	3 + 1	הסתברות או	0365.2100	חובה
מבוא להסתברות, חשבון אינפיניטסימלי 2.	3 + 2	הסתברות לדו-חוגי*	0365.2816	
מבוא מורחב למדעי המחשב	3 + 1	תוכנה 1	0368.2157	
מבוא מורחב למדעי המחשב, תוכנה 1, או במקביל, מבוא להסתברות	3 + 1	מבני נתונים	0368.2158	
מבוא מורחב למדעי המחשב בשפת Scheme, תוכנה 1, או במקביל	3 + 1	מבנה מחשבים	0368.2159	
<b>סמסטר רביעי</b>				
הסתברות או הסתברות לדו-חוגי, מבוא לאלגברה 2	3 + 2	תיאוריה סטטיסטית	0365.2103	חובה
הסתברות, מבוא לאלגברה 2	3	מבוא לתהליכים סטוכסטיים	0365.2111	
מבוא לאלגברה 1, מבוא להסתברות, חשבון אינפיניטסימלי 2	3 + 1	חקר ביצועים 1	0365.2302	
מבני נתונים	3 + 1	יעילות של חישובים	0368.2160	
תוכנה 1, מבני נתונים, או במקביל	2	פרוייקט תוכנה	0368.2161	
מבנה מחשבים, מבני נתונים, פרוייקט תוכנה, או במקביל	3 + 1	מערכות הפעלה	0368.2162	
מבוא מורחב למדעי המחשב	3 + 1	מודלים חישוביים	0368.2200	
	42 ש"ס	סה"כ		

\* הקורס ייחשב כקורס של 4 ש"ס.

## שנה ג'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר חמישי ושישי</b>				
סמסטר א' - תיאוריה סטטיסטית סמסטר ב' – מבוא לסטטיסטיקה	3	רגרסיה	0365.3247	חובה
חקר ביצועים 1	3	חקר ביצועים 2	0365.3531	
חקר ביצועים 1	3	סדנה בחקר ביצועים או	0365.3216	
רגרסיה או ניתוח שונות	3	סדנה בסטטיסטיקה	0365.3216	
מבוא לתהליכים סטוכיסטיים	2	סמינר בהסתברות או	0365.3211	
תיאוריה סטטיסטית	2	סמינר בסטטיסטיקה או	0365.3344	
חקר ביצועים 1	2	סמינר בחקר ביצועים	0365.3421	
	2	סדנה במדעי המחשב	0368.3500	
	15	קורסי בחירה בסטטיסטיקה וחקר ביצועים*	0365.xxxx	בחירה
	9	קורסי בחירה במדעי המחשב**	0365.xxxx	
<b>שניים מבין הקורסים המתמטיים הבאים :</b>				
מבוא לאלגברה 1, חשבון אינפיניטסימלי 2	3 + 1	משוואות דיפרנציאליות רגילות לדו-חוגי	0366.2003	חובה
מבוא מורחב למדעי המחשב, מבוא לאלגברה 2, חשבון אינפיניטסימלי 2, או במקביל	3 + 1	מבוא לחישוב נומרי	0366.2008	
חשבון אינפיניטסימלי 2	3 + 1	תורת הפונקציות המרוכבות 1	0366.2123	
<b>45 ש"ס</b>		<b>סה"כ</b>		

\* ראה רשימת קורסים שנים ב'-ג' בסטטיסטיקה וחקר-ביצועים.  
\*\* ראה פירוט בפרק קורסי בחירה במדעי-המחשב.

פיזיקה

**B.Sc. "בוגר אוניברסיטה" תואר במדעי המחשב לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc.**

ראה [בית-הספר למדעי-המחשב](#).

**תכנית לימודים דו-חוגית בכימיה  
ובחוג נוסף מהפקולטות למדעים מדויקים ולמדעי החיים  
לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc.**

---

תכנית זו תקפה לגבי תלמידים שהחלו את לימודיהם בתשס"ד. תלמידים שהחלו ללמוד לפני תשס"ד, ילמדו לפי תכנית הלימודים שהיתה נהוגה בשנת תחילת לימודיהם.

**מבנה הלימודים**

מרכיב לימודי הכימיה מפורט בהמשך בתכנית הלימודים של כל מסלול. המשתתפים בתכנית זו אינם מחויבים ללמוד את הקורסים לפי העיתוי או הסדר של תכנית הלימודים בחד-חוגית, וזאת כדי שיוכלו להשתלב בלימודי החוג השני שיבחרו. יחד עם זאת, קיימים קורסים בסיסיים המהווים דרישה מוקדמת לקורסים מתקדמים יותר ולכן סדר לימוד הקורסים יעשה באמצעות ייעוץ אישי, ובאישור ועדות ההוראה הנוגעות בדבר.

התכנית תורכב בשילוב הקורסים המוצגים להלן עם התכנית המקבילה של החוג השותף. מועדי הקורסים של לימודי הכימיה הם כמפורט בתכנית הלימודים לתואר הראשון בכימיה. ייתכנו שינויים והתאמות במועדים של קורסים מסוימים.

תלמידים יהיו רשאים, באישור ועדת ההוראה, ללמוד קורסי חובה במתמטיקה ובפיזיקה במסגרת החוג השני, אם החוג השני מציע קורסים אלה בתכנית הלימודים שלו ברמה ובהיקף תואמים. תלמיד אינו רשאי לבחור קורס מרשימת קורסי הבחירה המוצעים להלן, אם קורס דומה כלול כקורס חובה בתכנית החוג השני, או אם בחר קורס דומה מרשימת קורסי הבחירה של החוג השני.

**תכנית לימודים במסלול דו-חוגי בכימיה  
ובגיאופיזיקה ומדעים פלנטריים**

---

תכנית הלימודים המפורטת מופיעה במסגרת **תכנית הלימודים של החוג לגיאופיזיקה ומדעים פלנטריים**.

**תכנית לימודים במסלול דו-חוגי בכימיה ובמדעי המחשב**

---

ראה **בית-הספר למדעי-המחשב**.

תכנית לימודים דו-חוגית בגיאופיזיקה ומדעים פלנטריים  
ובמדעי המחשב, לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc. - 0368.0341

---

ראה [בית-הספר למדעי-המחשב](#).

**תכנית לימודים חד-חוגית בפיזיקה - חוג ראשי ומדעי המחשב - חוג משני  
לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc.**

---

מסלול לימודים זה מיועד לבוגרי תיכון שלמדו מתמטיקה ופיזיקה במתכונת מורחבת (5 יחידות) ומעוניינים לרכוש השכלה גבוהה בפיזיקה ומחשבים.

תכנית הלימודים דורשת מהתלמיד מאמץ ניכר מאחר והיא ממלאת את הדרישות העיקריות של שני החוגים. מאותה סיבה אין כמעט חופש בחירה לתלמיד. תואר ראשון במסלול עם ממוצע ציונים מתאים, מקנה לתלמיד זכות להמשיך לתואר שני בכל אחד משני החוגים. מתלמידים שירצו להמשיך בלימודי התואר השני במדעי המחשב, יידרשו קורסי השלמה.

בתכניות הלימודים המשולבות יתכן ולא ניתן יהיה לסיים את הלימודים תוך 3 שנים בגלל אילוצים של מערכת השעות. תכנית הלימודים תיקבע עם כל תלמיד בנפרד בתאום עם היועץ על מנת לאפשר סיום לימודים בזמן קצר ככל האפשר.

סך כל השעות לתואר "בוגר אוניברסיטה" הוא 166 ש"ס.

#### **קבלת תלמידים**

למסלול זה יתקבלו תלמידים מצטיינים בעלי תעודת בגרות ישראלית (או תעודה מקבילה) שציוניהם במתמטיקה מורחבת (5 יחידות) ופיזיקה מורחבת (5 יחידות) הם "טוב" (80) לפחות. הקבלה מותנית בציון התאמה שמשנתה משנה לשנה.

מספר המקומות במדעי המחשב מוגבל מאוד וייקבע מדי שנה ע"י ביה"ס למדעי המחשב בהתאם לאפשרויותיו.

המעבר לשנה ב' במסלולי הלימוד במדעי המחשב אינו אוטומטי. תנאי המעבר יקבעו על-פי בית-הספר למדעי המחשב על-פי יכולת הקליטה שלו. יתקבלו אלו שהציון שלהם ב"מבוא למדעי המחשב" הוא 85 לפחות והציון הממוצע שלהם בכל קורסי השנה הראשונה הוא 85 לפחות. תלמידים אשר תיקנו יותר מציון אחד עשויים להידרש לספי קבלה גבוהים יותר.

בנוסף יתקבלו מספר מסויים של תלמידים לפי מספר המקומות הפנויים במדעי המחשב באותה שנה, מבין התלמידים שציונם הממוצע המשוקלל בלימודי כל הקורסים של השנה הראשונה הוא 80 לפחות וציונם בקורס מבוא למדעי המחשב הוא 80 לפחות.

על התלמיד להיבחן בכל המקצועות הנלמדים. במקצועות סמסטר א' חייב התלמיד להיבחן במועד א'. תלמיד שלא יעמוד בדרישות מסלול לימודים זה, יוכל להמשיך בלימודים בחוג לפיזיקה כחוג יחיד, וזאת בתנאי שיעמוד בדרישות החוג ובתקנות המעבר. בסוף כל סמסטר יוכל כל תלמיד להודיע ליועץ על רצונו להפסיק את לימודיו במסלול זה, ולהמשיך בלימודים בחוג לפיזיקה כחוג יחיד - ובתנאי שיעמוד בדרישות החוג ובתקנות המעבר.

#### **סדרי הלימודים**

מקצועות מדעי המחשב כפופים לתנאי המעבר של ביה"ס למדעי המחשב ומקצועות בית-הספר לפיזיקה כפופים לתנאי המעבר של ביה"ס לפיזיקה ולאסטרונומיה.



## שנה א'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר א'</b>				
פיזיקה קלאסית 1 במקביל.	4	פרקים בפיזיקה קלאסית	0321.1104	חובה
פרקים בפיזיקה קלאסית במקביל, פיזיקה קלאסית 1 במקביל.	3	מעבדה בפיזיקה א' 1	0321.1111	
חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי במקביל.	6	מבוא מתמטי לפיזיקאים 1	0321.1838	
מבוא מתמטי לפיזיקאים 1 במקביל.	6	פיזיקה קלאסית 1	0321.1118	
---	6	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי	0321.1833	
---	5	מבוא להסתברות*	0365.1102	
<b>סמסטר ב'</b>				
פיזיקה קלאסית 1, פיזיקה קלאסית 2 במקביל, פרקים בפיזיקה קלאסית.	3	מעבדה בפיזיקה א' 2	0321.1112	חובה
מבוא מתמטי לפיזיקאים 1, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי	6	מבוא מתמטי לפיזיקאים 2	0321.1839	
פיזיקה קלאסית 1, מבוא מתמטי לפיזיקאים 2 במקביל.	6	פיזיקה קלאסית 2	0321.1119	
פיזיקה קלאסית 1, פיזיקה קלאסית 2 במקביל, פרקים בפיזיקה קלאסית.	4	מבוא לפיזיקה מודרנית	0321.1804	
מבוא מתמטי לפיזיקאים 1.	4	הסתברות וסטטיסטיקה*	0321.1836	
חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי, או במקביל.	6	מתמטיקה בדידה	0368.1118	

\* במידה ומערכת השעות ולוח הבחינות מאפשרים זאת, ניתן לבחור בקורס מבוא להסתברות הנלמד בשני הסמסטרים במסגרת החוג לסטטיסטיקה ולחקר ביצועים (יש לבחור בסמסטר א' או בסמסטר ב'), לבין הקורס הסתברות וסטטיסטיקה הנלמד במסגרת בית-הספר לפיזיקה בסמסטר ב'.

## שנה ב'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר א'</b>				
פיזיקה קלאסית 1, 2, שיטות בפיזיקה עיונית 1 במקביל.	4	גלים	0321.2102	חובה
פיזיקה קלאסית 1, שיטות בפיזיקה עיונית 1 במקביל, מבוא מתמטי לפיזיקאים 1, 2.	4	מכניקה אנליטית	0321.2105	
מעבדה בפיזיקה א', מבוא לפיזיקה מודרנית, פיזיקה קלאסית 1, 2, גלים במקביל.	4	מעבדה בפיזיקה ב' 1	0321.2121	
מבוא מתמטי לפיזיקאים 1, 2, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי.	4	שיטות בפיזיקה עיונית 1	0321.2130	
מתמטיקה בדידה.	6	מבוא מורחב למדעי המחשב (בשפת Scheme)	0368.1105	
<b>סמסטר ב'</b>				
מבוא לפיזיקה מודרנית, שיטות בפיזיקה עיונית 1, שיטות בפיזיקה עיונית 2 במקביל, הסתברות וסטטיסטיקה, מכניקה אנליטית, גלים.	5	קוונטים 1	0321.2103	חובה
פרקים בפיזיקה קלאסית, מבוא לפיזיקה מודרנית, הסתברות וסטטיסטיקה, קוונטים 1 במקביל, פיזיקה קלאסית 1, 2.	5	פיזיקה תרמית	0321.2111	
מעבדה בפיזיקה א', פיזיקה קלאסית 1, 2, מבוא לפיזיקה מודרנית, גלים.	4	מעבדה בפיזיקה ב' 2	0321.2122	
פיזיקה קלאסית 2.	4	אלקטרוניקה (שיעור+מעבדה)	0321.2830	
שיטות בפיזיקה עיונית 1.	4	שיטות בפיזיקה עיונית 2	0321.2131	
מבוא מורחב למדעי-המחשב, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי.	4	מבוא לחישוב נומרי	0366.2008	
מבוא מורחב למדעי המחשב.	4	תוכנה 1	0368.2157	
מבוא מורחב למדעי המחשב, תוכנה 1 במקביל.	4	מבני נתונים	0368.2158	

## שנה ג'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
<b>סמסטר א'</b>				
קוונטים 1.	6	קוונטים 2	0321.3101	חובה
פיזיקה תרמית, קוונטים 1, קוונטים 2, במקביל.	4	מבוא למצב מוצק	0321.3103	
פיזיקה קלאסית 2, גלים, מבוא לפיזיקה מודרנית, שיטות בפיזיקה עיונית 1, 2.	4	אלקטרומגנטיות אנליטית	0321.3109	
מעבדה בפיזיקה ב' 1, 2, גלים, אלקטרוניקה, קוונטים 1.	12	מעבדה בפיזיקה ג'	0321.3118	
אלקטרוניקה, מבנה נתונים, מבנה מחשבים, במקביל, תוכנה 1.	4	מיקרו מחשבים	0321.3152	
תוכנה 1.	4	מבנה מחשבים	0368.2159	
מבני נתונים.	3	יעילות של חישובים*	0368.2160	
מבני נתונים, תוכנה 1.	2	פרויקט תוכנה	0368.2161	
מבוא למדעי המחשב, מתמטיקה בדידה.	4	מודלים חישוביים	0368.2200	
<b>סמסטר ב'</b>				
מבוא למדעי המחשב, מעבדה בפיזיקה ב' 1, 2, אלקטרוניקה, מיקרו-מחשבים.	5	מעבדה בפיזיקה ג' (מיקרו מחשבים)	0321.3116	חובה
מבני נתונים, מבנה מחשבים, פרויקט תוכנה (או במקביל).	4	מערכות הפעלה	0368.2162	
	**4	קורס בחירה מבין קורסי המבוא בפיזיקה	0321.xxxx	

\* ניתן ללמוד את הקורס גם בסמסטר ב', במידה ומערכת השעות מאפשרת זאת.

\*\* 0321.3804 – מבוא לחלקיקים וגרעין.

0321.3108 – מבוא לאסטרופיזיקה (ניתן לפנות ליועץ שנה ב' בבקשה להשתתף בקורס זה בשנה ב' סמסטר ב').

ניתן לפנות בבקשה ליו"ר ועדת ההוראה, להמיר את אחד מקורסי המבוא הנ"ל בקורס פיזיקה רפואית.

**תכנית לימודים דו-חוגית בכימיה  
ובחוג נוסף מהפקולטות למדעים מדויקים ולמדעי החיים  
לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc.**

---

תכנית זו תקפה לגבי תלמידים שהחלו את לימודיהם בתשס"ד. תלמידים שהחלו ללמוד לפני תשס"ד, ילמדו לפי תכנית הלימודים שהיתה נהוגה בשנת תחילת לימודיהם.

**מבנה הלימודים**

מרכיב לימודי הכימיה מפורט בהמשך בתכנית הלימודים של כל מסלול. המשתתפים בתכנית זו אינם מחויבים ללמוד את הקורסים לפי העיתוי או הסדר של תכנית הלימודים בחד-חוגית, וזאת כדי שיוכלו להשתלב בלימודי החוג השני שיבחרו. יחד עם זאת, קיימים קורסים בסיסיים המהווים דרישה מוקדמת לקורסים מתקדמים יותר ולכן סדר לימוד הקורסים יעשה באמצעות ייעוץ אישי, ובאישור ועדות ההוראה הנוגעות בדבר.

התכנית תורכב בשילוב הקורסים המוצגים להלן עם התכנית המקבילה של החוג השותף. מועדי הקורסים של לימודי הכימיה הם כמפורט בתכנית הלימודים לתואר הראשון בכימיה. ייתכנו שינויים והתאמות במועדים של קורסים מסוימים.

תלמידים יהיו רשאים, באישור ועדת ההוראה, ללמוד קורסי חובה במתמטיקה ובפיזיקה במסגרת החוג השני, אם החוג השני מציע קורסים אלה בתכנית הלימודים שלו ברמה ובהיקף תואמים. תלמיד אינו רשאי לבחור קורס מרשימת קורסי הבחירה המוצעים להלן, אם קורס דומה כלול כקורס חובה בתכנית החוג השני, או אם בחר קורס דומה מרשימת קורסי הבחירה של החוג השני.

**תכנית לימודים במסלול דו-חוגי בכימיה  
ובגיאופיזיקה ומדעים פלנטריים**

---

תכנית הלימודים המפורטת מופיעה במסגרת **תכנית הלימודים של החוג לגיאופיזיקה ומדעים פלנטריים**.

**תכנית לימודים במסלול דו-חוגי בכימיה ובמדעי המחשב**

---

ראה **בית-הספר למדעי-המחשב**.

קורסים במדעי-המחשב (לכל תכניות הלימודים במדעי-המחשב)\*

**תאוריה של מדעי-המחשב**

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
לא כל הקורסים ניתנים בשנה הנוכחית				
בחירה	0366.3267	תורת הגרפים	3	אלגברה לינארית 1, מתמטיקה בדידה.
	0366.3272	קומבינטוריקה בסיסית	3	מתמטיקה בדידה
	0368.2170	לוגיקה למדעי המחשב**	4	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי 1, אלגברה לינארית 2, מתמטיקה בדידה.
	0368.3000	נושאים נבחרים במודלים חישוביים	3	מודלים חישוביים.
	0368.3012	אלגוריתמים	3	סיבוכיות, או במקביל.
	0368.3049	מבוא לקריפטולוגיה מודרנית	3	
	0368.3168	סיבוכיות**	4	מודלים חישוביים, יעילות של חישובים.
	0368.3457	מודלים לשידור ברשתות תקשורת מחשבים	3	---
	0368.3459	לוגיקות לא-קלאסיות	3	לוגיקה למדעי המחשב.

**מערכות, רשתות מחשבים והנדסת תוכנה**

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
לא כל הקורסים ניתנים בשנה הנוכחית				
בחירה	0368.3015	תכנות מונחה עצמים	4	פרוייקט תוכנה, או במקביל.
	0368.3016	פרוטוקולים ורשתות מחשבים	3	מערכות הפעלה, רשתות תקשורת מחשבים***.
	0368.3030	רשתות תקשורת מחשבים***	4	יעילות של חישובים
	0368.3036	נושאים מתקדמים באינטרנט	3	---
	0368.3042	איכויות שרות ברשתות תקשורת	3	---
	0368.3052	הנדסת תוכנה מכוונת עצמים	3	תכנות מונחה עצמים.
	0368.3133	קומפילציה****	4	מערכות הפעלה, מודלים חישוביים.
	0368.3260	ניתוח מערכות	3	יסודות מערכות מידע או במקביל.
	0368.3348	תכנות מתקדם ב-Java	3	
	0368.3355	מערכות משובצות מחשב	3	פרוייקט תוכנה, מבנה מחשבים, במקביל.

\* לא כל הקורסים ניתנים מידי-שנה. במידה ויתווספו קורסים נוספים, הם יתפרסמו במערכת באתר האינטרנט.  
 \*\* חובה לתלמידי מדעי-המחשב חד-חוגי ולתלמידי מתמטיקה ומדעי-המחשב.  
 \*\*\* הקורס ניתן גם בפקולטה להנדסה.  
 \*\*\*\* חובה לתלמידי מדעי-המחשב חד-חוגי.

**מערכות, רשתות מחשבים והנדסת תוכנה (המשך)**

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
לא כל הקורסים ניתנים בשנה הנוכחית				
	0368.3455	יסודות מערכות מידע*	3	תוכנה 1, מבני נתונים.
	0368.3458	מערכות בסיסי נתונים	3	מבני נתונים, לוגיקה למדעי המחשב.
	0368.3460	פיתוח מערכות זמן אמת בגישה הפורמלית	3	
	0368.3461	מערכות הפעלה למתקדמים	3	
	0368.3462	שיטות ניתוח דרישות ותיכון במערכות משובצות מחשב	3	

**יישומים של מדעי המחשב**

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
לא כל הקורסים ניתנים בשנה הנוכחית				
בחירה	0368.3013	חישוביות עצבית	3	מערכות הפעלה.
	0368.3014	גרפיקה ממוחשבת	4	מבני נתונים.
	0368.3053	ויזואליזציה רבת-מימדים עם שימושים	3	---
	0368.3055	מבוא לרשתות נוירונים	3	
	0368.3151	מבוא לבינה מלאכותית	3	מבני נתונים, לוגיקה למדעי המחשב.
	0368.3324	רשתות עצבים מלאכותיות	3	הסתברות או: הסתברות לדו-חוגי או: הסתברות וסטטיסטיקה, מערכות הפעלה.
	0368.3333	חישוב מדעי	3	מבני נתונים, תוכנה 1
	0368.3463	מבוא לעיבוד תמונה ווידאו	3	
	0368.3464	עיבוד סיפרתי של אותות	3	

ניתן לבחור קורסי בחירה אחרים, גם מתחומים נוספים, באישור ועדת ההוראה.  
ניתן גם לבחור קורסים מרשימת הקורסים לתואר שני, כפוף לאישור מרצה הקורס.

\* תלמידי ניהול אינם רשאים ללמוד קורס זה.

**תכנית לימודים דו-חוגית במדעי המחשב ובחוג נוסף מפקולטה אחרת  
לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc.**

תכנית זו מבוססת על ההערכה כי יש צורך בבוגרים בעלי ידע במדעי המחשב בצירוף עם תחום נוסף כלשהו. היא כוללת הכנה מתמטית, המבוססת בחלקה על קורסים מיוחדים, וקורסים במדעי המחשב כולל קורסי בחירה.

התכנית היא בהיקף של 78 ש"ס בחוג למדעי המחשב, מהן 24 ש"ס קורסים מתמטיים ו- 54 ש"ס קורסים במדעי המחשב. כמו כן על התלמיד להשתתף בתכנית לימודים מלאה בחוג אחד מפקולטה אחרת.

ציוני הקורסים בתכניות הלימודים הדו-חוגיות ישוקללו בכל חוג בנפרד לציון גמר אחד במדעי המחשב ולציון גמר אחר בחוג הנוסף.

בתכנית הלימודים הדו-חוגית עם פקולטה אחרת ייתכן ולא ניתן יהיה לסיים לימודים תוך שלוש שנים בשל אילוצים של מערכת השעות ולוח בחינות המעבר.

**תכנית לימודים במדעי המחשב וחוג נוסף מפקולטה אחרת**

**שנה א'**

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
<b>סמסטר ראשון</b>				
חובה	0366.1119	מבוא לאלגברה 1	3 + 1	---
	0366.1121	חשבון אינפיניטסימלי 1	4 + 2	---
	0368.1118	מתמטיקה בדידה	4 + 2	חשבון אינפיניטסימלי 1 או במקביל, מבוא לאלגברה 1 או במקביל
<b>סמסטר שני</b>				
חובה	0366.1122	חשבון אינפיניטסימלי 2	4 + 2	חשבון אינפיניטסימלי 1
	0366.1120	מבוא לאלגברה 2	3 + 1	מבוא לאלגברה 1
	0368.1105	מבוא מורחב למדעי המחשב	*4 + 2	מתמטיקה בדידה
		<b>סה"כ</b>	<b>32 ש"ס</b>	

\* + 2 שעות מעבדה – רשות. מעבדה זו תקנה כלים ראשוניים בתכנות.

## שנה ב'

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
<b>סמסטר שלישי</b>				
חובה	0368.2157	תוכנה 1	3 + 1	מבוא מורחב למדעי המחשב
	0368.2158	מבני נתונים	3 + 1	מבוא להסתברות או הסתברות וסטטיסטיקה, במקביל, מבוא מורחב למדעי המחשב, תוכנה 1, במקביל.
	0368.2002	הסתברות וסטטיסטיקה	3 + 1	חשבון אינפיניטסימלי 2
<b>סמסטר רביעי</b>				
חובה	0368.2159	מבנה מחשבים	3 + 1	מבוא מורחב למדעי המחשב, תוכנה 1, או במקביל.
	0368.2160	יעילות של חישובים	3 + 1	מבני נתונים
	0368.2161	פרויקט תוכנה	2	תוכנה 1, מבני נתונים, או במקביל.
	0368.2200	מודלים חישוביים	3 + 1	מבוא מורחב למדעי המחשב
		<b>סה"כ</b>	<b>26 ש"ס</b>	

## שנה ג'

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
<b>סמסטר חמישי ושישי</b>				
חובה	0368.2162	מערכות הפעלה	3 + 1	מבני נתונים, מבנה מחשבים, פרויקט תוכנה, או במקביל.
	0368.3500	סדנה במדעי המחשב + מעבדה	3 + 2	
בחירה	0368.xxxx	קורסים במדעי המחשב*	11	
		<b>סה"כ</b>	<b>20 ש"ס</b>	

**מקבץ קורסים בהוראת מדעי-המחשב\*\***

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	סמסטר, ימים ושעות
<b>לא כל הקורסים ניתנים בשנה הנוכחית</b>			
בחירה		היבטים בפיתוח ובניתוח אלגוריתמים	סמסטר א, יום ב', שעות 12:00-14:00
		דגשים בנכונות וביעילות של אלגוריתמים	סמסטר ב', יום ב', שעות 12:00-14:00
		תכניות לימודים במדעי-המחשב – מעבדה	שני הסמסטרים, יום ב', שעות 14:00-16:00

\* ראה 'תכנית לימודים מורחבת במדעי-המחשב'. ניתן גם לבחור אחד משלושת הקורסים המתמטיים הבאים: 0366.2003 – מד"ר לדו-חוגי; 0366.2008 – מבוא לחישוב נומרי; 0365.2302 – חקר ביצועים 1. (תלמיד ניהול שיבחר בקורס זה, ילמד גם את הקורס 'חקר ביצועים 2'; שני קורסים אלה יקנו לו פטור מהקורס 'מבוא לחקר ביצועים' בחוג לניהול).

\*\* קורסים אלה ייחשבו כחלק מלימודי תעודת הוראה בבית-הספר לחינוך.



## תכנית לימודים משולבת בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה ובמדעי המחשב לתואר "בוגר אוניברסיטה" B.Sc.

---

תכנית הלימודים המשולבת בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה ובמדעי המחשב משותפת למחלקה להנדסת חשמל-מערכות ולחוג למדעי המחשב ומיועדת להכשיר מהנדסים וחוקרים בעלי ידע רחב בחומרה ותוכנה שיהוו את הדרג המוביל במחקר ובפיתוח בתעשיות ה-High-Tech של שנות ה-2000. בוגרי התכנית יוכלו להשתלב בתעשיות עתירות הידע במגוון רחב של עיסוקים הנדסיים-מדעיים בהנדסת מחשבים ותוכנה.

תכנית הלימודים מדגישה את הבסיס התאורטי-מדעי של מקצועות הלימוד ומקנה לבוגר את הכלים להתמודד עם טכנולוגיות עכשוויות ועתידיות. בנוסף, בוגרי התכנית יוכלו להשתלב בלימודים לתארים מתקדמים ובמחקר בתחומי ההנדסה השונים ובמדעי המחשב.

חלקה הראשון של תכנית הלימודים מוקדש להקניית התשתית הפיזיקלית והכלים המתמטיים הדרושים לסטודנט בהמשך לימודיו ובפעילותו העתידה כמהנדס וכחוקר, וללימוד מקצועות בסיסיים במדעי ההנדסה ובמדעי המחשב. חלקה השני של תכנית הלימודים מיועד להרחבת התשתית ולהעמקתה במקצועות המיוחדים להנדסת מחשבים ולתוכנה, ובמקצועות רלוונטיים בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה ובמדעי המחשב, שמהווים את בסיס הידע המשותף לכל העוסקים במקצוע. במסגרת החלק הזה של תכנית הלימודים, הסטודנטים יתמחו בשלושה מסלולי לימוד ייחודיים לתכנית - מסלול חומרה, מסלול תוכנה, ומסלול רשתות תקשורת מחשבים. בנוסף, ניתנת לסטודנט האפשרות להרחיב את אופקיו בלימוד מקצועות אחרים מתחומי ההנדסה ומדעי המחשב.

### סדר הלימודים

משך הלימודים - ארבע שנים.

תקנון הלימודים, עבודות ובחינות מעבר משנה לשנה, מרכיבי ציון הגמר ושקלולם והמשך הלימודים לתואר שני ולתואר שלישי הם בהתאם לנהוג בתכניות הלימודים בפקולטה להנדסה ובבית-הספר למדעי המחשב. הסטודנט יכול לווסת את קצב התקדמותו בלימודים באמצעות שיטת נקודות הזכות (הצבירה).

על מנת להיות זכאי לתואר, נדרש הסטודנט לצבור **197 ש"ס** לפחות (132+65)

לאחר השלמת כל קורסי החובה והמסלולים, במידה ועדיין חסרות שעות למניין שעות התקן הנדרש לתואר, ילמדו הסטודנטים קורסי בחירה להשלמת שעות אלה. קורסים אלה יבחרו מבין קורסי הבחירה במדעי המחשב או מבין קורסי המסלולים בפקולטה להנדסה ובתנאי שלא יותר מקורס אחד בכל אחת מהפקולטות (בחלוקה שווה בין שתי היחידות).

הסטודנטים רשומים כתלמידים בשתי הפקולטות, בפקולטה למדעים מדויקים ובפקולטה להנדסה, ומקבלים את התואר משתי הפקולטות.

ועדת ההוראה של התכנית מורכבת מנציגים של שתי הפקולטות. הסטודנטים יירשמו לקורסים באמצעות מזכירות הסטודנטים של כל פקולטה בהתאם להנחיות.

ראה גם את תיאור התכנית בידיעון הפקולטה להנדסה.

**תכנית לימודים מומלצת****סמסטר 1**

דרישות מוקדמות	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' הקורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
	5	7	-	2	5	אלגברה לינארית	0509.1824
	5	6	-	2	4	פיזיקה 1	0509.1826
	1	2	2	-	-	מעבדה בפיזיקה (א')	0509.1834
	5	6	-	2	4	שיטות דיפרנציאליות ואינטגרליות	0509.1834
<u>שיטות דיפרנציאליות ואינטגרליות, אלגברה לינארית</u>	6	6	-	2	4	מתמטיקה בדידה	0368.1118
	22	27	2	8	17	סה"כ	

**סמסטר 2**

דרישות מוקדמות	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' הקורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
פיזיקה 1	5	6	-	2	4	פיזיקה 2	0509.1829
שיטות דיפרנציאליות ואינטגרליות, אלגברה לינארית	5	6	-	2	4	חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי	0509.1843
שיטות דיפרנציאליות ואינטגרליות, אלגברה לינארית	3.5	4	-	1	3	משוואות דיפרנציאליות רגילות	0509.1845
<u>משוואות דיפרנציאליות רגילות פיזיקה 2</u>	5	6	-	2	4	מבוא להנדסת חשמל	0512.2503
מתמטיקה בדידה	6	6	-	2	4	מבוא מורחב למדעי המחשב	0368.1105
	24.5	28	-	9	19	סה"כ	

הערות:

- א. חובות כלליות - ראה הנחיות.  
 ב. דרישות הקדם המודגשות בקו הן במקביל.

סמסטר 3

דרישות מוקדמות	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' הקורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי	3.5	4	-	1	3	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	0509.2801
חשבון דיפר' ואינט', משוואות דיפי רגילות, פונקציות מרוכבות	2.5	3	-	1	2	אנליזה הרמונית	0509.2843
חשבון דיפי' ואינטגרלי; שיטות דיפי' ואינט'; אלגברה לינארית	2.5	3	-	1	2	פונקציות מרוכבות	0509.2844
משוואות דיפי' רגילות; מבוא להנדסת חשמל	2.5	3	-	1	2	מבוא למערכות לינאריות	0512.2531
	3.5	4	-	1	3	מערכות לוגיות ספרתיות	0512.3561
מבוא מורחב למדעי המחשב	4	4	-	1	3	תוכנה 1	0368.2157
מבוא מ' למדעי המחשב; מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	4	4	-	1	3	מבני נתונים	0368.2158
	22.5	25	-	7	18	סה"כ	

סמסטר 4

דרישות מוקדמות	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' הקורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
אנליזה הרמונית; מבוא למערי לינאריות	3.5	4	-	1	3	מבוא לניתוח אותות	0512.3532
מבוא להנדסת חשמל	2.5	3	-	1	2	מבוא להתקנים אלקטרוניים	0515.2002
מערכות לוגיות ספרתיות; מבוא מורחב למדעי המחשב	3.5	4	-	1	3	מבוא למחשבים ספרתיים	0515.2003
מבני נתונים	4	4	-	1	3	יעילות של חישובים	0368.2160
מבני נתונים, תוכנה 1	2	2	-	-	2	פרויקט תוכנה	0368.2161
מבוא מורחב למדעי המחשב	4	4	-	1	3	מודלים חישוביים	0368.2200
	2	2	-	-	2	קורס בחירה כללי	
	2	2	-	-	2	קורס בחירה כללי	
	23.5	25	-	5	20	סה"כ	

## סמסטר 5 (קורסי חובה בלבד)

דרישות מוקדמות	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' הקורס
		סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
מבוא להתקנים אלקטרוניים; מבוא למערכות לינאריות	5	6	-	2	4	מעגלים אלקטי אנלוגיים	0512.3513
מבוא לניתוח אותות; מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	3.5	4	-	1	3	אותות אקראיים ורעש	0512.3632
מבני נתונים	4	4	-	1	3	מערכות הפעלה	0368.2162
שיטות דיפי ואינטגרליות; מתמטיקה בדידה	4	4	-	1	3	לוגיקה למדעי המחשב	0368.2170
	16.5	18	-	5	13	סה"כ	

## סמסטרים 6, 7 ו-8 (קורסי חובה)

התכנית כוללת שלושה מסלולי התמחות: חומרה, תוכנה, ורשתות תקשורת מחשבים. תלמיד השייך לתכנית המוצעת חייב ללמוד את שלושת המסלולים, להשלים 3 קורסים לפחות בכל מסלול (כאשר אחד מהם הוא קורס החובה של המסלול) ובנוסף, את המעבדה של המסלול. מעבדת מסלול חומרה אפשר ומומלץ לקחת בסמסטר 5. מעבדת מסלול תוכנה נקראת סדנה.

ניתן בסמ'	דרישות מוקדמות	משקל	אופן ההוראה				שם הקורס	מס' הקורס
			סה"כ שעות	מ'	ת'	ש'		
8,6	מודלים חישוביים יעילות של חישובים	4	4	-	1	3	סיבוכיות	0368.3168
6	מבוא לניתוח אותות	3.5	4	-	1	3	מבוא לעיבוד ספרתי של אותות	0512.3633
6	מערכות לוגיות, ספרתיות, מעגלים אלקטי אנלוגיים	3.5	4	-	1	3	מעגלים אלקטרוניים ספרתיים	0512.4513
6	אותות אקראיים ורעש	3.5	4	-	1	3	מערכות תקשורת	0512.4651
7	מערכות תקשורת	3.5	4	-	1	3	תקשורת ספרתית	0512.4653
6	מעגלים אלקטי אנלוגיים	1.5	3	3	-	-	מעבדה בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה	0515.2005
7		4	4	-	-	4	פרוייקט*	0515.4001
8,7,6		-	-	-	-	-	קורסי בחירה** הנדסה/מחשבים משלושת מסלולי ההתמחות	

\* סטודנטים יכולים לקחת פרוייקט בהנחיית חברי סגל במדעי המחשב במסגרת סדנה מורחבת. לשם כך, נא לפנות לאחראי הפרוייקטים בפקולטה להנדסה.  
\*\* להשלמת מכסת השעות לתואר.

מסלול חומרה

מס' הקורס	שם הקורס	אופן ההוראה				משקל	דרישות מוקדמות	ניתן בסמ' ב
		ש'	ת'	מ'	סה"כ שעות			
0515.4004	ארכיטקטורה ומבנה המחשב (חובה במסלול)	3	1	-	4	3.5	מבוא למחשבים ספרתיים	7
0515.2004	מעבדה במבנה המחשב	-	1	3	4	2	מבוא למחשבים ספרתיים	5
0511.5548	אריתמטיקה של מחשבים	2	-	-	2	2	ארכיטקטורה ומבנה המחשב	8
0512.4614	מעגלי תקשורת	3	1	-	4	3.5	מעגלים אלקטרוניים אנלוגים	8
0512.4616	עקרונות של מערכות מיקרו מעבדים	3	1	-	4	3.5	מערכות לוגיות ספרתיות, מעגלים אלק' ספרתיים	8,6
0512.4656	העברה ספרתית של אותות	3	1	-	4	3.5	אותות אקראיים ורעש, מבוא לעיבוד ספרתי של אותות, מערכות תקשורת	8
0512.4665	מבוא לתכנון מעגלי *VLSI	3	1	-	4	3.5	מבוא להתקנים אלקטרוניים	8,6

מסלול תוכנה\*\*

מס' הקורס	שם הקורס	אופן ההוראה				משקל	דרישות מוקדמות	ניתן בסמ' ב
		ש'	ת'	מ'	סה"כ שעות			
0368.3015	תכנות מונחה עצמים (חובה במסלול)	3	1	-	4	4	מערכות הפעלה	6
0368.3500	סדנה במדעי המחשב (מעבדת חובה במסלול)	2 סד'	-	3	5	5	תכנות מונחה עצמים	8,7
0368.3052	הנדסת תוכנה מכוונת עצמים	3	-	-	3	3	תכנות מונחה עצמים	8
0368.3133	קומפילציה	3	1	-	4	4	מודלים חישוביים; מערכות הפעלה	7
0368.3458	מערכות בסיסי נתונים	3	-	-	3	3	מבני נתונים; תוכנה 1	7
0368.4017	שיטות ניתוח דרישות מונחות עצמים למערכות משובצות מחשב	3	-	-	3	3	מערכות הפעלה	7

\* מומלץ לקחת את הקורס בסמסטר 6 על-מנת לאפשר ביצוע פרויקט המבוסס עליו החל מסמסטר 7.  
 \*\* במסלול זה במסגרת הבחירה ניתן להמיר קורס אחד מתוך שלושה בכל קורס ברשימת הקורסים של מדעי המחשב, זאת רק במקצה השני של הבידינג.

## מסלול תוכנה (המשך)

מס' הקורס	שם הקורס	אופן ההוראה				משקל	דרישות מוקדמות	ניתן בסמ' ב
		ש'	ת'	מ'	סה"כ שעות			
0368.3460	פיתוח מערכות זמן אמת בגישה הפורמלית	3	-	-	3	3		7
0368.3348	תכנות מתקדם בשפת Java	3	-	-	3	3		8

## מסלול רשתות תקשורת מחשבים

מס' הקורס	שם הקורס	אופן ההוראה				משקל	דרישות מוקדמות	ניתן בסמ' ב
		ש'	ת'	מ'	סה"כ שעות			
0515.4007	מבוא לתקשורת מחשבים*	3	1	-	4	3.5	יעילות של חישובים; מערכות הפעלה	6
0515.4008	נושאים מתקדמים בתקשורת מחשבים	3	-	-	4	3	מבוא לתקשורת מחשבים	*7
0515.4009	אלגוריתמים ברשתות	3	1	-	4	3.5	יפורסם	7
0515.4012	מעבדה מתקדמת בתקשורת מחשבים	-	1	2	2	1.5	מבוא לתקשורת מחשבים	8/7
0512.4655	מבוא לצפינה ספרתית	3	1	-	4	3.5	יפורסם	7
0365.4436	תורת התורים	3	-	-	3	3	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	7
0368.3016	פרוטוקולים ורשתות מחשבים	3	-	-	3	3	מערכות הפעלה; מבוא לתקשורת מחשבים	8
0368.3042	נושאים מתקדמים ברשתות תקשורת מחשבים (איכות שירות)	3	-	-	3	3	מבוא לתקשורת מחשבים; רשתות תקשורת מחשבים	*8
0368.4429	חישוב מבוזר	3	-	-	3	3	יעילות של חישובים	8
0368.4432	ניהול משאבים ברשתות תקשורת – מודלים ויישומים	3	-	-	3	3		אינו ניתן מידי שנה
0368.4433	נושאים מתקדמים ברשתות סלולריות	3	-	-	3	3		אינו ניתן מידי שנה

"לאחר השלמת כל קורסי החובה והמסלולים, במידה ועדיין חסרות שעות למניין שעות התקן הנדרש לתואר, ילמדו הסטודנטים קורסי בחירה להשלמת שעות אלה. קורסים אלה ייבחרו מבין קורסי הבחירה במדעי המחשב או מבין קורסי המסלולים בפקולטה להנדסה ובתנאי שלא יותר מקורס אחד בכל אחת מהפקולטות (בחלוקה שווה בין שתי היחידות)".

\* לא יינתן בתשס"ד.

\*\* במקום הקורס במבוא לתקשורת מחשבים (0515.4007) ניתן ללמוד את הקורס המקביל במדעי המחשב רשתות תקשורת מחשבים שמספרו 0368.3030 (אופן הוראה 3 ש"ס + 1 תרגיל)

## תכנית לימודים דו-חוגית לקראת התואר "בוגר אוניברסיטה" במדעי-המחשב ובביולוגיה עם הדגש בביואינפורמטיקה (B.Sc.)

### מבוא:

ביואינפורמטיקה (Bioinformatics) הוא תחום מדע חדש העוסק בפיתוח טכניקות במדעי-המחשב ומימושן על-מנת לפתור בעיות במדעי-החיים. תחום זה התגבש בעשור האחרון עקב הצטברות מואצת של מידע ביולוגי: התפתחות הביוטכנולוגיה ופרוייקט הגנום האנושי יצרו מצב שבו נצברים במהירות מיליארדים רבים של פריטי מידע (החל מסדרות DNA וכלה במבני חלבונים). כיום ברור כי הדרך היחידה לניצול מושכל של המידע היא על-ידי פיתוח כלים וטכניקות חישוביות מתאימות.

### מטרות התכנית:

- הכשרת סטודנטים בעלי ידע בין-תחומי ממוקד, שיוכלו להשתלב בחברות ביואינפורמטיקה וביוטכנולוגיה קיימות וכן להקים חברות הזנק (start-up).
- חיזוק המחקר הבסיסי והיישומי באוניברסיטה והידוק הקשרים בין קבוצות מחקר מפקולטות שונות.
- חיזוק הקשר עם התעשייה בתחום נדרש ומתפתח במהירות.
- הצבת אוניברסיטת תל-אביב כאחד ממוקדי המחקר וההוראה בתחום בארץ ובעולם.
- סיוע וחיזוק לפיתוח תעשייה חדשנית המשלבת מרכיבים של היי-טק (high-tech) לפיתוחים ברפואה, חקלאות ומדעי-החיים, המתפתחת במהירות רבה בעולם.

### סדרי הלימודים:

התכנית תרוכז ותנוהל על-ידי צוות בין-פקולטטי משתי הפקולטות. צוות זה ישמש ועדת קבלה וועדת הוראה לתכנית. בראש הצוות יעמוד רכז אקדמי.

הטיפול המנהלי בתלמידים ייערך על-ידי מזכירות הסטודנטים בשתי הפקולטות, כמקובל בתכניות דו-חוגיות. הרכז האקדמי יפתור בעיות שיתעוררו במערכת הלימודים תוך תיאום עם שני הדקאנים ועם ועדות ההוראה של שתי הפקולטות.

תלמידי התכנית יוכלו להמשיך ללימודי תארים גבוהים במדעי-החיים או במדעי-המחשב. ההשלמות שיידרשו ייקבעו לפי הכללים הנהוגים לגבי בוגרי המסלול הדו-חוגי המבקשים להמשיך לתואר גבוה באותה פקולטה. השאיפה היא שעד גמר הלימודים של הבוגרים הראשונים תקום גם מסגרת ללימודים מתקדמים בביואינפורמטיקה, בה יוכלו תלמידי אלה להשתלב.

### תיאור התכנית:

התכנית מבוססת על עמידה בכל הדרישות במסלולים הדו-חוגיים במדעי-המחשב ובמדעי-החיים, בתוספת שישה קורסים ייעודיים בביואינפורמטיקה.

סיכום השעות בתכנית:

קורסים במדעי-המחשב:	74 שעות
קורסים במדעי-החיים:	67 שעות
קורסים ייעודיים:	18 שעות
<b>סה"כ:</b>	<b>159 שעות</b>

### ציון גמר:

עם סיום הלימודים יקבל התלמיד שני ציוני גמר, על-פי ממוצע ציוניו בכל חוג.

**תכנית לימודים במדעי-המחשב ובביואינפורמטיקה**

**שנה א'**

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
<b>סמסטר א'</b>				
חובה	0366.1121	חשבון אינפיניטסימלי 1	4 + 2	---
	0366.1119	מבוא לאלגברה 1	3 + 1	---
	0368.1118	מתמטיקה בדידה	4 + 2	חשבון אינפיניטסימלי 1, או במקביל, מבוא לאלגברה 1, או במקביל
	0455.1566	כימיה כללית ואנליטית	7	---
	0455.????	מבוא לבעלי-חיים	4	---
<b>סמסטר ב'</b>				
חובה	0366.1122	חשבון אינפיניטסימלי 2	4 + 2	חשבון אינפיניטסימלי 1
	0366.1120	מבוא לאלגברה 2	3 + 1	מבוא לאלגברה 1
	0366.1823	קורס הכנה בפיזיקה*	4	
	0368.1105	מבוא מורחב למדעי-המחשב	**4 + 2	מתמטיקה בדידה
	0455.1562	כימיה אורגנית	6	כימיה כללית, במקביל
	0455.1565	כימיה פיזיקלית	3	כימיה אורגנית
	0455.1510	ביולוגיה של התא	***4	כימיה אורגנית
	0382.1101	נושאים בביואינפורמטיקה	2	---
		<b>סה"כ</b>	<b>59 ש"ס</b>	

\* ראה פירוט ב'מהלך הלימודים לתואר "בוגר אוניברסיטה".'  
 \*\* + 2 ש"ס מעבדה – רשות. מעבדה זו תקנה כלים ראשוניים בתכנות.  
 \*\*\* + 2 ש"ס תרגיל – רשות.



## שנה ב'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס	
<b>סמסטר א'</b>					
מבוא מורחב למדעי-המחשב	3 + 1	<b>תוכנה 1</b>	0368.2157	חובה	
מבוא להסתברות או הסתברות וסטטיסטיקה, במקביל, מבוא מורחב למדעי-המחשב, תוכנה 1, במקביל	3 + 1	<b>מבני נתונים</b>	0368.2158		
---	3 + 1	<b>הסתברות וסטטיסטיקה</b>	0368.2002		
כימיה כללית, אורגנית ופיזיקלית, ביולוגיה של התא	5	<b>ביוכימיה, אנזימולוגיה, ומטבוליזם (ביוכימיה א')</b>	0455.2548		
ביולוגיה של התא (רצוי)	*3	<b>גנטיקה</b>	0455.2526		
<b>סמסטר ב'</b>					
מבוא מורחב למדעי-המחשב, תוכנה 1, או במקביל	3 + 1	<b>מבנה מחשבים</b>	0368.2159	חובה	
מבני נתונים	3 + 1	<b>יעילות של חישובים</b>	0368.2160		
תוכנה 1, מבני נתונים, או במקביל	2	<b>פרויקט תוכנה</b>	0368.2161		
מבוא מורחב למדעי-המחשב	3 + 1	<b>מודלים חישוביים</b>	0368.2200		
הסתברות וסטטיסטיקה	3 + 1	<b>מבוא לסטטיסטיקה</b>	0365.1813		
	3	<b>אבולוציה</b>	0455.1540		
ביולוגיה של התא, ביוכימיה א' (רצוי)	4	<b>ביוכימיה של חומצות גרעין וביולוגיה מולקולרית (ביוכימיה ב')</b>	0455.2549		
ביולוגיה של התא (רצוי), ביוכימיה ב' (רצוי)	4	<b>מיקרוביולוגיה</b>	0455.2580		
ביולוגיה של התא (אפשר במקביל)	4	<b>מבוא למדעי-הצמח</b>	0455.1521		
ביוכימיה א', ביוכימיה ב', במקביל, תוכנה 1	3	<b>מעבדה בכלים לביואינפורמטיקה</b>	0382.2101		
<b>שנה ב' או ג'</b>					
	*4	<b>אקולוגיה</b>	0455.1809	חובה	
מעבדה בהיקף 4 שעות לפחות, מתוך הרשימה הבאה :					
	6	<b>מבוא לביולוגיה מולקולרית</b>	0455.2501		
	4	<b>ביוכימיה</b>	0455.2665		
	4	<b>גנטיקה</b>	0455.2626		
	5	<b>ביולוגיה של התא</b>	0455.3108		
<b>63 ש"ס</b>		<b>סה"כ</b>			

## שנה ג'

דרישות מוקדמות	היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס	
<b>שני הסמסטרים</b>					
מבני נתונים, מבנה מחשבים, פרויקט תוכנה, או במקביל	3 + 1	מערכות הפעלה	0368.2162	חובה	
השלמת קורסי החובה של שנה ב'	3 + 2	סדנה במדעי-המחשב* + מעבדה	0368.3500		
כמפורט לגבי כל קורס	7	קורסים במדעי-המחשב**	0368.xxxx	בחירה	
	2	סמינר במדעי-החיים***			
קורסי החובה באותו נושא	10	קורסי בחירה במדעי-החיים			
3 מתוך 4 קורסי הליבה בביואינפורמטיקה:					
כמפורט לגבי כל קורס	2 + 1	מבנה ופעילות של חלבונים ב'	0455.3236		
	4	אבולוציה מולקולרית	0455.3348		
	3	ביואינפורמטיקה מבנית 1	0382.3101		
	3	גנומיקה חישובית	0382.3102		
<b>37 ש"ס</b>		<b>סה"כ</b>			

\* נושא הסדנה יהיה בתחום הביואינפורמטיקה. ניתן לבצע את הסדנה במדעי-החיים או ברפואה - באישור היועץ.

\*\* ראה 'תכנית לימודים מורחבת במדעי-המחשב'.

ניתן גם לבחור אחד מהקורסים המתמטיים הבאים: 0366.2003 – מד"ר לדו-חוגי; 0366.2008 – מבוא לחישוב נומרי; 0365.2302 – חקר ביצועים.

\*\*\* עבודת פרויקט (כחלק מקורסי הבחירה) עם הגשת דו"ח או עבודת סיכום תפטור את התלמיד מהגשת סמינריון.

**לימודי תעודה במדעי המחשב**

התכנית מיועדת לבעלי תואר בוגר בכימיה, פיזיקה, מתמטיקה, סטטיסטיקה וחקר ביצועים, גיאופיזיקה והנדסה הרוצים להשתלם במדעי המחשב. לימודים אלו מקנים את הידע הבסיסי במדעי המחשב. הנושאים הנלמדים כוללים הבנת מבנה המחשב ודרכי פעולתו, שפות תכנות וטכניקות תכנות מתקדמות, אלגוריתמים לפתרון בעיות שונות ומודלים מתמטיים למכונות חישוב ושפות. עם סיום הלימודים מקבל המסיים תעודה (לא תואר) המאשרת שסיים לימודים במדעי המחשב. מספר המקומות בתכנית זו מוגבל. תינתן עדיפות בקבלה לבעלי ציונים גבוהים בתואר ראשון ולבעלי נסיון בתחום המחשבים.

**דרישות מוקדמות לתכנית:** ידע המקביל לחומר הנלמד בקורסים מתמטיקה בדידה ומבוא מורחב למדעי-המחשב. תלמיד שחסר לו ידע זה, חייב להשלימו לקראת הלימודים.

**תכנית הלימודים:** על התלמיד לסיים בהצלחה לימוד 9 קורסים מלימודי התואר הראשון כדלקמן:

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס	דרישות מוקדמות
חובה	0368.2157	תוכנה 1	3 + 1	
	0368.2158	מבני נתונים	3 + 1	תוכנה 1, במקביל
	0368.2159	מבנה מחשבים	3 + 1	תוכנה 1, או במקביל.
	0368.2160	יעילות של חישובים	3 + 1	מבני נתונים
	0368.2161	פרוייקט תוכנה	2	תוכנה 1, מבני נתונים, או במקביל.
	0368.2162	מערכות הפעלה	3 + 1	מבני נתונים, מבנה מחשבים, פרוייקט תוכנה, או במקביל.
	0368.2200	מודלים חישוביים	3 + 1	
	0368.3500	סדנה במדעי המחשב + מעבדה	3 + 2	
בחירה	0368.xxxx	קורס במדעי-המחשב*	6	
		<b>סה"כ</b>	<b>34 ש"ס</b>	

תלמידים שלמדו חלק מהקורסים הנ"ל במסגרת לימודים קודמים ובידם אישור על כך, יהיה עליהם לפנות לוועדת ההוראה, באמצעות מזכירות הפקולטה, כדי לבקש פטור מהם. תלמיד יוכל לקבל פטור מ-4 קורסים לכל היותר. התלמידים משתתפים בשעורים עם תלמידי התואר הראשון, וחלות עליהם כל החובות החלות על תלמידי התואר הראשון. תלמיד שממוצע ציוניו בלימודי התעודה הוא 85 לפחות יוכל להירשם ללימודים לתואר השני במדעי המחשב.

\* רשימה ב'תכנית לימודים מורחבת במדעי-המחשב'.

**משך הלימודים :** בדרך כלל הלימודים נמשכים כשנתיים (4 סמסטרים). נא לשים לב לדרישות המוקדמות. הלימודים הם בדרך כלל לימודי יום, אולם חלק מהקורסים ניתנים גם אחה"צ.

**שכר לימוד :** שכר הלימוד הוא 200% לשנה ראשונה ו- 200% לשנה שניה (גם אם לומדים בשנה השניה רק סמסטר אחד) ולכל שנה נוספת בהתאם למספר הקורסים ולתעריף שכר-הלימוד של התכנית.

**תנאי המעבר :**

1. תלמיד שנכשל בקורס עליו הוא חוזר יופסקו לימודיו.
2. תלמיד שצבר שני כשלונות בתום הסמסטר, יופסקו לימודיו.
3. משך הלימודים לא יעלה על 6 סמסטרים.

כן חלות על כל התלמידים בלימודי התעודה כל יתר התקנות של לימודי תואר ראשון בפקולטה ובבית-הספר למדעי המחשב.

## תכני הקורסים לתואר "בוגר אוניברסיטה" במדעי-המחשב

### שנה א'

Extended Introduction to Computer Science

0368.1105 - מבוא מורחב למדעי המחשב\*, ש', 4, ת', 2

תכניות מחשב כאמצעי הבעה. בניה מודולרית של מערכות תוכנה באמצעות הפשטות. תהליכי חישוב.  
א. הפשטה פונקציונלית: מודל ההצבה, פונקציות מסדר גבוה. ב. הפשטה וייצוג של נתונים: טיפוסים גלויים וכמוסים, תכנות מונחה נתונים. ג. עצמים ומצב מקומי: השמה, מודל הסביבות, העברת הודעות, זרמים והערכה עצלה. ד. בנית שפות חדשות ע"י אינטרפרטציה.  
הקורס כולל עבודה מעשית - כתיבת תוכנות מחשב - בהקף רב.  
ספר לימוד:

Harold Abelson and Gerald Jay Sussman, with Julie Sussmann:

Structure and Interpretation of Computer Programs, MIT Press, 2<sup>nd</sup> ed., 1996.



Discrete Mathematics

0368.1118 - מתמטיקה בדידה, ש', 4, ת', 2

1. מושגי יסוד בתורת הקבוצות: הגדרות בסיסיות, אלגברה של קבוצות, טרמינולוגיה של תורת ההגיון, תחשיב פסוקים, אלגברה בוליאנית, כמתים, סימון למדא, פונקציות, עוצמה של קבוצה, משפט קנטור-ברנשטיין, עוצמות אינסופיות שונות, משפט קנטור, אריתמטיקה של עוצמות.  
2. קומבינטוריקה: טכניקות מניה אלמנטריות, פונקציות יוצרות, משוואות רקורסיה, משפטי פוליה, עקרון ההכלה וההפרדה, הגדרות יסוד בתורת הגרפים, גרפים מישוריים, עצים ותכונותיהם, משפטי רמזי - מקרים פרטיים.  
ספר לימוד:

ארנון אברון, מבוא למתמטיקה בדידה, חלק 1 (ניתן לרכוש במזכירות בית-הספר למדעי המחשב).



\* מיועד לתלמידי החוג למדעי המחשב. תלמידים שאינם רשומים לחוג למדעי המחשב יוכלו להרשם רק באישור ועדת ההוראה.

שנה ב'

**0368.2002 - הסתברות וסטטיסטיקה (לדו-חוגי)** **למדעי המחשב + חוג נוסף מפקולטה אחרת, ש', 3, ת', 1**  
**Probability and Statistics for Double Major Students**

מבוא כללי - הסתברות, סטטיסטיקה ומודלים לתצפיות מדעיות; מושגי יסוד של הסתברות: מרחב מדגם ומאורע, האקסיומות של פי הסתברות, מסקנות מן האקסיומות; הסתברות מותנית: עצי הסתברות וחוק ההסתברות השלמה, משפט בייס, אי-תלות; משתנים מקריים: משתנה מקרי בדיד ופי ההסתברות שלו, משתנה מקרי רציף ופי הצפיפות שלו, פי התפלגות של משתנה מקרי, תוחלת, שונות, וסטיית תקן; התפלגויות שימושיות: בדידה, בינומית, גיאומטרית, פואסון, רציף: מעריכית, נורמלית; התפלגות דו-ממדית: פי התפלגות משותפת, פי התפלגות שולית, קווריאנס ומתאם, פי התפלגות מותנית, תוחלת מותנית, אי-תלות; הדיוק של הממוצע: השונות של הממוצע, משפט הגבול המרכזי, רווח סמך לתוחלת; הסקה סטטיסטית: הגישה הבייאני, הנראותית והשכיחותית באמידה, אומדים נקודתיים, בדיקת השערות; הסקה על ממוצעים: רווח סמך לתוחלת כשהשונות לא ידועה, רווח סמך להפרש בין תוחלות, בדיקת השערות על הפרש של תוחלות; גרסיה: גרסיה פשוטה, גרסיה מרובה, גרסיה פולינומיאלית.

**0368.2157 - תוכנה 1, ש', 3, ת', 1**  
**Software 1**

הקורס יעסוק בשפת התכנות C, בתכנות מערכות בסיסי וסביבת העבודה של מערכת ההפעלה Unix (כולל יצירה והרצה של תהליכים, קריאות מערכת, interrupts, תכנות I/Q, shell-scripts), ובמבוא לשפת התכנות C++.

ספר הלימוד המרכזי בקורס:

A Book on C, by Kelley and Pohl, Addison-Wesley.

ספר מומלץ נוסף:

Advanced Programming in the UNIX Environment, by W.R. Stevens, Addison-Wesley.

**0368.2158 - מבני נתונים, ש', 3, ת', 1**  
**Data Structures**

טיפוס נתונים מופשט, רשימות לינאריות, מחסניות, תורים, רשימות משולבות, עצים, עצי חיפוש בינארי, עצים מאוזנים, תור עדיפות, העתקות מפתח, שיטות מיון, מיון חצוני, עצי-B.

ספר לימוד:

Cormen, Leiserson, Rivest, Introduction to Algorithms, MIT Press.

**0368.2159 - מבנה מחשבים, ש', 3, ת', 1**  
**Computer Structure**

רמת השערים: נושאים בסיסיים בתכנון לוגי (מפות קרנו, ייצוג מספרים וקודים לתיקון שגיאות), מימוש פונקציות בסיסיות (Adder, ALU). רמת הרכיבים: תכנון ותכנות מיקרו מחשב בסיסי, שפת אסמבלי, Pipeline, היררכיות זיכרון, ארכיטקטורות מחשב.

Computer Architecture / Hennessy and Patterson.

ספר מומלץ:

## מדעי-המחשב

### Efficiency of Computations 0368.2160 - יעילות של חישובים, ש', 3, ת', 1

אלגוריתמים יעילים בגרפים, מסלולי אוילר, מסלולים קצרים ביותר, עצים, עץ פורש מינימלי, רכיבים דו קשירים. מושגים בסיסיים בסיבוכיות כגון NP-Completeness, זרימה ברשתות, התאמת מחרוזות.

ספר לימוד :

Cormen, Leiserson, and Rivest, Introduction to Algorithms, MIT, Press, 1990.

### Software Project 0368.2161 - פרויקט תוכנה, פ', 2

פרויקט מתקדם בתכנות.

### Operating Systems 0368.2162 - מערכות הפעלה, ש', 3, ת', 1

תכנון ומימוש מערכות הפעלה: תהליכים. קבצים ומערכת קבצים. שימוש במשאב משותף: מניעה הדדית, נעילות, סמפורים. תזמון תהליכים. ניהול זכרון, דפדוף, זכרון וירטואלי. יסודות רשתות מחשבים.

### Logic for Computer Science 0368.2170 - לוגיקה למדעי המחשב, ש', 3, ת', 1

תחשיב פסוקים, תחשיב הפרדיקטים והכללותיו, שימושים כשפת ספציפיות, שפת שאילתות ולצורך אימות של תכניות, משפט הרברנד ויסודות התכנות בלוגיקה, לוגיקה מודלית, לוגיקה אינטואיציונליסטית ולוגיקות לא קלאסיות אחרות, תורות כריעות ואי כריעות, משפט אי השלמות.

### Computational Models 0368.2200 - מודלים חישוביים, ש', 3, ת', 1

מושג החישוביות, בעיות לא-כריעות, בעית העצירה; פונקציות רקורסיביות, מכונות טיורינג ומודלים אוניברסליים נוספים; דקדוקים, שפות חסרות הקשר ואוטומטים סופיים.

ספר לימוד :

Hopcroft and Ullman, Introduction to Automata Theory, Languages and Computation, Addison-Wesley, 1979.



שנה ג'

**0368.3000 - נושאים נבחרים במודלים חישוביים, שו"ת, 3** Selected Topics in Computational Models

הקורס יתמקד בארבעה נושאים:

1. התנהגות אין-סופית של אוטומטים והתנהגות זמן-אמת.
2. אסטרטגיות ומשחקי אוטומטים כפרדיגמה בסיסית לתכנון מערכות ואימותן.
3. רשתות כמודלים של אינטראקציה לאוטומטים; רשתות Petri, רשתות זרימת נתונים, מעגלים סינכרוניים.
4. אפיון לוגי של אוטומטים.

**0368.3012 - אלגוריתמים, שו"ת, 3** Algorithms

תכנות לינארי (סימפלקס, דואליות, אלגוריתם האליפסואיד, יישומים שונים), טרנספורם פוריה סופי, כפל מטריצות, אלגוריתמי קרוב יעילים לבעיות שונות, אלגוריתמים הסתברותיים.

**0368.3013 - חישוביות עצבית, שו"ת, 3** Computational Neuroscience

הקורס עוסק במודלים חישוביים במערכות עצביות, במיוחד מערכת הראיה ומערכת השמיעה, ובמודלים חישוביים המבוססים על רשתות עצביות.

**0368.3014 - גרפיקה ממוחשבת, שו"ת, 3** Computer Graphics

טכניקות, גישות ואלגוריתמים בסיסיים בגרפיקה ממוחשבת, כגון: Affine Transformations; Shading; Hidden Surface Removal; Clipping; Projections; Scan Conversion.

**0368.3015 - תכנות מונחה עצמים, שו"ת, 3** Object Oriented Programming

עקרונות תכנות מונחה עצמים והשפעתם על פיתוח תוכנה מודולרית וניתנת למחזור; הקורס ילווה בתרגול מעשי של תיכון ותכנות מערכות בשפת תכנות מתאימה.



**Dr. Debby Koren**  
email: deb@rad.co.il  
phone: 6455009

**Prerequisites: Computer Communications Networks**

Recommended Texts:

Computer Networks and Internets, by Douglas E. Comer, Prentice Hall

TCP/IP Illustrated, Volume 1, by W. Richard Stevens, Addison-Wesley

Other recommended books:

Computer Networks - 3<sup>rd</sup> Edition, by Andrew Tanenbaum, Prentice Hall

Data Communications, Computer Networks, and Open Systems, by Fred Halsall, Addison-Wesley

Internetworking with TCP/IP, by Douglas Comer, Prentice-Hall

Interconnections, by Radia Perlman, Addison-Wesley

Website: [www.rad.co.il](http://www.rad.co.il) – RAD University: Tutorials

Website: [www.rad.co.il/student](http://www.rad.co.il/student) for student notices, material to download - check it every week!!

Syllabus:

Introduction - definitions of basic terms, protocol functions, protocol stacks and layers, the OSI seven-layer model

The physical layer – basic concepts, very briefly

LANs – Ethernet

Interconnection – Bridges – very briefly

WANs - circuit and packet switching, T1/E1, T3/E3, ISDN, X.25, Frame Relay, B-ISDN, ATM, Sonet/SDH – all very briefly

Internetworking - IP, network layer addressing, address resolution, routing, Domain Name System, ICMP

Transport - TCP, UDP

Application protocols - client-server, various Internet applications

Course requirements: Final exam (50% of grade) and Project (50% of grade) (see separate document on the project). The final exam questions are in English (this is official notification), but you may answer in Hebrew or English. No course material is allowed at the exam.

ארכיטקטורת שכבות של רשתות תקשורת, פרוטוקולים של ערוצי תקשורת. מודלים בסיסיים להערכת זמני המתנה ברשתות. נתוב ופקוח זרימה ברשתות, תכנון רשתות.

ספר לימוד :

Bertsekas, Gallager, Data Networks, Prentice-Hall;

Tannenbaum, Computer Networks, 3rd edition, Prentice-Hall.

**The Internet: Advanced Topics**

**0368.3036 - נושאים מתקדמים באינטרנט, שו"ת, 3**

קורס בסיסי בטכנולוגית ה-Web ותכנות ב-Java ובתכנות מונחה עצמים וישומים ב-Java. פרוטוקולי שרת-לקוח ברשת האינטרנט בצרוף תכנות ב-Web (html, http) ומימשק גרפי. נעסוק בקצרה בבטיחות ברשת ובפרוטוקולים TCP/IP.

**Logic Programming and Expert Systems**

**0368.3039 - תכנות לוגי ומערכות מומחה, ש', 3**

מטרת הקורס היא היכרות עם התכנות הלוגי וישומו במערכות מומחה. הקורס מכסה טכניקות תכנות בסיסיות ומתקדמות בפרולוג מקבילי. במסגרת הקורס יילמדו יצוג ידע והיסק וישומם בתכנות לוגי, פתרון בעיות על-ידי חיפוש, שיטות חיפוש וישומן בתכנות לוגי, ויוצגו עקרונות לבניית מערכות מומחה תוך מתן דוגמאות.

0368.3049 - מבוא לקריפטוגרפיה מודרנית

הקורס יכסה תיאוריה ומימוש של כלים בסיסיים בקריפטוגרפיה מודרנית: הצפנות באמצעות מפתחות פרטיים (DES, AES); החלפת מפתחות ברשת ל-א-מוגנת (Diffie Hellmamm); הצפנות באמצעות מפתח הצפנה פומבי (El Gammal, RSA); פונקציות חד-כיווניות ומחוללי פסאודו אקראיות, חתימות דיגיטליות, שיטות לאימות זהות, פונקציות ערבול בטוחות.

**דרישות מוקדמות:** הסתברות או הסתברות וסטטיסטיקה, מודלים חישוביים. רקע בתורת המספרים יילמד במהלך הקורס. מומלץ (אך לא הכרחי) לקחת במקביל את הקורס "מבוא להגנת תקשורת ומסחר" (ד"ר אמיר הרצברג).

הקורס מיועד לתלמידי תואר שני ולתלמידי שנה ג' בתואר ראשון.

0368.3052 - הנדסת תוכנה מכוונת עצמים\*, שו"ת, 3 Object Oriented Software Engineering

הנדסת תוכנה: מבוא, סיבוכיות תוכנה, איכות תוכנה, משבר התוכנה, מחזור החיים של התוכנה, מודלים של תוכנה. אנליזה ותיכון מכווני עצמים: מושגים ותפיסות, CRC, 452-Cases, שיטות לאנליזה ותיכון. סיכום ומסקנות.

0368.3053 – ויזואליזציה רבת מימדים עם שימושים בהיי-טק, שו"ת, 3 Multidimensional Vsualization With Applications

ויזואליזציה מהווה תחום שמטרתו לספק תובנה ויזואלית עבור מרחב הבעיות בעזרת מיפוי חזותי מתאים. בקורס זה יושם הדגש בעיקרו על ויזואליזציה מידע מתחומים (כגון: פיננסים, רפואה, יצור, תעופה ועוד) בהם טיפול בבעיות מצריך התייחסות למספר רב של משתנים. מבין המתודולוגיות השונות בתחום הויזואליזציה קורס זה יתמקד ברובו במתודולוגיה המתבססת על קורדינטות מקבילות אשר מלבד הצגת נתונים בעלי ריבוי משתנים מאפשרת גם ניתוח ואפיון יחסים וקשרים רב מיימדים. הקורס יעסוק הן ביסודות התיאורטיים (גיאומטריים ומתמטיים) עליהם מתבססת מתודולוגיה זו והן ביישומיה האפליקטיביים תוך הדגמתם מתחומים שונים (ראיה ממוחשבת, פיננסים, בקרת תהליכים, מערכות תומכות החלטה, מערכות שליטה אווירית ועוד).

הקורס פתוח לסטודנטים מתארים מתקדמים שנה שניה ומעלה. ציון הקורס יתבסס על תרגילים ופרוייקט סיום כאשר חומר הקורס המודפס יעמוד לראשות המשתתפים בקורס.

0368.3133 - קומפילציה, ש', 3, ת', 1 Compilation

ניתוח לקסיקלי ותחבירי (כולל שימוש בכלים כגון Lex ו-Yacc). דקדוקים מופשטים. יצירת קוד ביניים. בחירה יעילה של קוד מכונה. מבוא לאופטימיזציה והקצאת אוגרים. הקורס כולל פרויקט גדול של בניית קומפילר משפת תכנות קטנה לשפת מכונה. ספר לימוד:

Andrew W. Appel with Maia Ginsburg, Modern Compiler Implementation in C: Basic Techniques, Cambridge University Press, 1997.

**Introduction to Artificial Intelligence**

**0368.3151 - מבוא לבנינה מלאכותית, שו"ת, 3**

הקורס יציג את מטרות המחקר בבנינה מלאכותית, את הנחותיו היסודיות ואת הגישות והשיטות העיקריות שפותחו עד עתה. נושאים מרכזיים יהיו: יצוג ידע והשימוש בו, שיטות לפתרון בעיות, חיפוש, הסקים לצורותיהם השונות, תכנון ולימוד.

**Computational Complexity**

**0368.3168 - סיבוכיות, ש' 3, ת' 1**

סיבוכיות זמן ואחסון במודלים תיאורטיים, קריטריון הסיבוכיות הפולינומיאלית, המחלקות NP, NPC, P, רדוקציות פולינומיאליות, מחלקות סיבוכיות נוספות. משפטי היררכיה, אלגוריתמי קירוב.

**System Analysis**

**0368.3260 - ניתוח מערכות, שו"ת, 3**

מהות ניתוח מערכות בהקשר מחזור החיים של מערכות מידע. הנדסת תוכנה, ניתוחי עלות ותועלת, גישות אב לניתוח מערכות, גישות המתבססות על תהליכים, גישות המתבססות על נתונים, עיצוב מאגר נתונים, גישות המתבססות על החלטות, גישות אב-טיפוס, עיצוב תוכנה וסביבת פיתוח, ניהול פרויקט פיתוח ובקרת איכות, תפיסת המיחשוב הכולל והשלכותיה לניתוח מערכות.

**0368.3261 - מבוא להגנת תקשורת ומסחר**

בקורס נלמד אבטחת תקשורת ומסחר ברשתות תקשורת חשופות להתקפות, בפרט האינטרנט והרשתות הסלולריות. בתחילת הקורס נלמד להכיר ולהשתמש בקריפטוגרפיה, אך רק ברמה הבסיסית (כ- 'קופסה שחורה'). נלמד פרוטוקולים לאבטחת תקשורת, לרבות אימות וניהול מפתחות. נלמד גם כלים קיימים לאבטחת התקשורת, כגון פרוטוקולי SSL, IPSEC. נלמד נושאים מרכזיים באבטחת מסחר אלקטרוני, לרבות: תשלומים בטוחים, זיהוי ויצירת אמון, שירותים בנקאיים, הגנת זכויות יוצרים (באמצעים טכניים), ושירותים אחרים.

**דרישות מוקדמות:** הכרת אינטרנט (לא בהכרח מקורס). מומלץ (אך לא הכרחי) למתעניינים להעמיק, לקחת במקביל את **מבוא לקריפטוגרפיה** (פרופ' שור).

**הקורס מיועד לתלמידי תואר שני ותלמידי תואר ראשון שנה ג'.**

**Software Engineering and Ada**

**0368.3321 - הנדסת תוכנה ו"עדה", שו"ת, 3**

לימוד יסודות הנדסת תוכנה תוך שמוש בשפת התכנות עדה.

**Artificial Neural Networks**

**0368.3324 - רשתות עצבים מלאכותיות, שו"ת, 3**

התכונות החישוביות של רשתות דמוי עצביות יבחנו תוך שימוש לשם פתרון בעיות בסיווג, קרוב פונקציות, וניבוי סדרות עתיות. במיוחד תבחן היכולת החישובית לבעיות במימד גבוה; הסטודנטים יפתחו תוכנה אשר תתחבר לפונקציות קימות, במטרה לפתח ספריה של פונקציות לחישוב דמוי עצבי לשימוש כללי.

הקורס מהווה הרחבה של הקורס בגרפיקה ממוחשבת לכוון של אלגוריתמים לתיכון גופים גיאומטריים לצורך הצגתם הגרפית ולצורך ביצוע פעולות גיאומטריות עליהם.

אלגוריתמים לתיכון עקומים: עקומי Bezier, פונקציות ספלין בסיסיות ושימושיהן, NURBS, חתכים קוניים, שיטות חלוקה, רציפות וחלקות גיאומטריים, פרמטרים לשליטה בצורת העקום. אלגוריתמים לתיכון משטחים: מכפלות טנזוריות, משטחי ערבול, טלאי קון, משטחים על שילושים, רציפות וחלקות גיאומטריים של משטחים, שיטות חלוקה, אלגוריתמים לחיתוך בין משטחים.

הקורס מיועד לתלמידי שנה ג' ולתלמידי תואר שני במדעי המחשב ובמתמטיקה שימושית.

מרצה: תמר בניה

נושאים הנלמדים בקורס:

- מבוא לשפת Java - יתרונות השפה, ומבוא לכתובת יישומים ויישומונים .
- תכנות מונחה עצמים ומימוש בשפת Java - אובייקטים, מחלקות, ירושה וממשקים.
- יישומונים - מחזור חיים, תקשורת בין יישומונים, נושאי בטיחות.
- GUI - גרפיקה בסיסית, רכיבים, מכלים, טיפול באירועים וסידור רכיבים במכלים,
- מצבים חריגים, משאבי המערכת ומודל הבטיחות של Java .
- ריבוי תהליכים - יצירת תהליכים, מחזור חיים ועדיפויות, סנכרון בין תהליכים.
- מולטימדיה - תמונות קול ואנימציה.
- תקשורת - מבוא, כתובות URL, תקשורת TCP ו-UDP, תכניות שרת לקוח, RMI, ו-SERVLETS.

ספרות עזר:

1. Mary Campione and Kathy Walrath. *The Java Tutorial: Object-Oriented Programming for the Internet* - 2<sup>nd</sup> ed, Addison-Wesley, 1998.
2. Mary Campione, Kathy Walrath and Alison Huml. *The Java Tutorial Continued: The Rest of the JDK*. Addison-Wesley, 1998.
3. Deitel & Deitel. *Java: How to Program* - 3<sup>rd</sup> ed. Prentice Hall, 1999.
4. Horstmann and Cornell. *Core Java 2, Volume I-Fundamentals* - 4<sup>th</sup> ed. Sun Microsystems, 2002.
5. Horstmann and Cornell. *Core Java 2, Volume II-Advanced Features* - 4<sup>th</sup> ed. Sun Microsystems, 2002.
6. David Flanagan. *Java in a Nutshell* – 2<sup>nd</sup> ed. O'reilly & Associates, Inc, 1997.

דרישות הקורס:

הקורס כולל הרצת תכניות ב-Java והגשת פרויקט מסכם, את התרגילים והפרוייקט יש להגיש בזוגות. סביבת עבודה של Java ניתן להוריד מהאתר של SUN : <http://java.sun.com/j2se/1.3/>

דרישות מוקדמות: מבנה נתונים, תכנה 1.

**Embedded Computer Systems**

**0368.3355 - מערכות משובצות מחשב, שו"ת, 3**

מטרת הקורס : לימוד עקרונות כתיבת תוכנה למערכות משובצות מחשב, המכילות מעבד זעיר.  
נושאי הקורס : מבנה מערכת מעבד זעיר, מאפייני תוכנת זמן אמת, פיתוח תוכנה בשפה עילית באמצעות מחשב מארח, סוגי ממשקי ק/פ וצורת השליטה בהם, תכנות רכיבי מימשק נפוצים, ארכיטקטורה של משפחת רכיבי 32000, שיטות תכנות בתוכנת זמן אמת, מבנה גרעין מערכת הפעלה לזמן אמת ועקרונות פעולתו. הקורס מלווה בתרגיל מעשי רב שיערך במעבדה המיועדת לכך. מספר התלמידים בקורס זה מוגבל.

**Principles of Information Systems**

**0368.3455 - יסודות מערכות מידע\*, שו"ת, 3**

גישות המערכות, מערכות מידע, היבטים התנהגותיים במערכות מידע, תהליכי קבלת החלטות וערך מידע, מודלים ארגוניים, מודלים של מידע בארגון, מחזור החיים של מערכת מידע, תכנית ארגונית למערכות מידע. חזרה בנושא אירגון קבצים ובסיסי נתונים, מבנה מערכות מידע, ארגון יחידת מערכות מידע, היבטים כלכליים, השלכות טכנולוגיה מתקדמת על מערכות מידע. היבטי ניהול שליטה ובקרה של מערכות מידע, תחומי יישום של מערכות מידע.

**Models for Broadcasting in Computers and Communication Networks**

**0368.3457 - מודלים לשידור ברשתות תקשורת ומחשבים, שו"ת, 3**

הגדרת רשת תקשורת מחשבים, מטרותיה, מבנה, יישומים, ארכיטקטורות מקובלות, מודל השכבות. בעיית הריכול. שידור ברשת תקשורת, שידור בטופולוגיות מיוחדות: עצים, שריג רב-ממדי. מודלים מינימלים (מקסימלים) לשידור בזמן אופטימלי ובתוספת זמן (time relaxed). סכימות שידור (ריכול) - k - אמינות.

**Data-Base Systems**

**0368.3458 – מערכות בסיסי נתונים, שו"ת, 3**

מרצה: ד"ר גדעון דרור ([gideon@mta.ac.il](mailto:gideon@mta.ac.il))

1. תוכן הקורס :

- מבוא למערכות בסיסי נתונים : מערכות בסיסי נתונים, רמות הפשטה של נתונים, מודלים של נתונים, מופעים רגועים ותבניות, אי תלות בנתונים, מבנה מערכת בסיס נתונים.
- מודל ישויות קשרים (מודל ER): ישויות וטיפוסי קשרים, קשרים וטיפוסי קשרים, איפיון של טיפוסי קשרים, מפתחות ראשיים, דיאגרמת ER המרת דיאגרמת ER לטבלאות.
- מודל היחסים: המבנה של בסיסי-נתונים יחסיים, אלגברת היחסים, תחשיב יחסים לפי תחומים.
- **SQL** : מבוא לפקודות SQL.
- אילוצי שלמות: אילוצי תחום, אילוצי מפתח, תלויות פונקציונליות.
- תיכון בסיס-נתונים יחסי: בעיות בתיכון בסיס-נתונים יחסי, נרמול בעזרת תלויות פונקציונליות, BCNF, 3NF תלויות רב ערכיות, 4NF .
- המרת מפתחות ושיטות אינדקס: אינדקסים, קבצי אינדקס במבנה עץ, hashing.

\* תלמידי ניהול אינם רשאים ללמוד קורס זה.

## מדעי-המחשב

- בקרת בו זמניות (concurrency control): טרנזקציות, סדרתיות (serializability), גרף קדימויות, פרוטוקולי נעילה, פרוטוקולי תג זמן, פרוטוקולים אופטימיים.
- התאוששות: התאוששות מבוססת יומן, shadow paging, בעיות בהתאוששות של תזמונים בו-זמניים.
- אופטימיזציה של שאילתות.

### 2. חובות התלמיד:

השתתפות בשיעורים, הגשה של פתרונות התרגילים העיוניים, הגשת תרגיל מעשי ב SQL, מבחן מסכם.

### 3. הרכב הציון:

- הציון הסופי משקלל ציון המבחן ואת הגשת התרגילים כדלקמן:
- עבור תלמידים שיחסירו הגשת תרגיל אחד לכל היותר - ציון הבחינה יהווה את הציון הסופי.
  - עבור תלמידים שיחסירו הגשת שני תרגילים או יותר - הציון הסופי יהיה נמוך ב 5 נקודות מציון המבחן על כל תרגיל חסר, מהתרגיל החסר השני ואילך. כלומר אם לא יוגשו n תרגילים ( $n > 1$ ) אזי נוסחת הציון הסופי היא  $final\_grade = exam\_grade - 5*(n-1)$
- תרגיל שיוגש באיחור לא ייחשב במניין התרגילים המוגשים, למעט מקרים כמצוין בתקנון המכללה.

### 4. חומרי עזר:

בדף הבית <http://www2.mta.ac.il/~gideon/dbms.html>

### 5. שעות קבלה

על פי תיאום מראש.

הקורס יציג לוגיקות אלטרנטיביות ללוגיקה הקלאסית כמו: לוגיקות רב-ערכיות, לוגיקות קונסטרוקטיביות (כמו לוגיקה אינטואיציוניסטית ולוגיקה לינארית), לוגיקת רלוונטיות ולוגיקות לא מונוטוניות. דגש יושם על סמנטיקה, מערכות הוכחה ושימושים במדעי המחשב ובבינה מלאכותית.

רשת האינטרנט נמצאת בחדירה מתמדת לכל תחומי הפעילות בחיינו המקצועיים, עסקיים ופרטים. מרבית חברות ההייטק כיום משלבות פיתוח לתחום האינטרנט במוצריהם אם ככלים או כיישומים.

מטרת הקורס ללמוד ולהכיר את מגוון הכלים והטכנולוגיות העומדות לרשותנו כיום לפיתוח מערכות תוכנה מבוססי Web תוך דגש על לימוד שפת Java.

הקורס מבוסס על הרצאות פרונטליות, בהם ילמדו טכנולוגיות אינטרנט ותכנות מונחה אובייקטים בשפת Java וכולל את הנושאים הבאים :

- Introduction to Java Programming.
- Internet Application Architecture.
- Object Oriented Programming in Java.
- Objects UML and Java.
- Java Syntax.
- Events Handling.
- Applets and Application.
- Data Base Programming in Java.
- Server Side Application.
- Servlets, EJB, JDBC, Web Servers., Java Beans.
- Java and Internet GUI Development.
- Graphic and Animation.
- Threads & Sockets.
- Java Security.

דרישות מוקדמות : **מבנה נתונים, תוכנה 1.**

ספרים מומלצים :

1. Java: How To Program Deitel & Deitel, PHI.
2. Campione & Walrath, The Java Tutorial, 2nd Edition, Addison-Wesley.
3. Campione, Walrath & Html, The Java Tutorial Continued, 1998, Addison-Wesley.
4. Java Beans Programming from the Ground Up, 1999, McGraw-Hill.
5. Berg & Fitzinger, Advanced Techniques for Java Development, 1998, Wiley.
6. Developing Java Enterprise Application – Stephen Asbury and scott R. Weiner – John Wiley and Sons Inc.



Workshop in Computer Science

0368.3500 – סדנאות במדעי המחשב

נושאים נבחרים במתודולוגיה של תוכנה. במסגרת הסדנה מבצעים התלמידים פרויקט תוכנה בהיקף נרחב על כל שלביו, הגדרת דרישות, תיכון וכתובת הקוד. העבודה נעשית בצוותים תוך מעקב צמוד מצד הסגל.

0368.3500.09 – סדנת פרויקטים מחב"א/איתן

0368.3500.14 – סדנא במדעי המחשב (התמקדות במערכות משובצות מחשב)

0368.3500.23 – סדנה במדעי המחשב

0368.3500.24 – סדנה בחישוב גיאומטרי

0368.3500.25 – סדנא בשיטות אופטימיזציה בביואינפורמטיקה

Advanced Workshop in Computer Science

0368.3550 - סדנאות מורחבות במדעי המחשב, סד' 4

מיועד לתלמידים המעוניינים לבצע פרויקט תוכנה כפול בהיקפו מהפרוייקט בסדנה רגילה. לפרוייקט כזה יוקצו שני סמסטרים. הפרוייקט יינתן במסגרת סדנה רגילה, לפי בחירת התלמיד (לא כל הסדנאות הרגילות מאפשרות את לקיחתן כסדנה מורחבת, ניתן לראות פירוט במערכת השעות). תלמידים בתכנית המשולבת בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה ובמדעי המחשב יכולים לבחור, בסדנה מורחבת כתחליף לפרוייקט בתכנית זו.

0368.3606 – סמינר בניתוח תחרותי של אלגוריתמים

מקוונים לאיזון עומסים ולתזמון

אלגוריתם מקוון אינו מקבל את כל הקלט שלו מראש אלא תוך כדי הריצה. האלגוריתם צריך לבצע החלטות בתנאי חוסר ודאות. ניתוח של אלגוריתם כזה נקרא ניתוח תחרותי והוא נעשה בהשוואה לאלגוריתם offline אופטימלי אשר מכיר את כל הקלט. נכיר מודלים תיאורטיים שונים של תזמון ואיזון עומסים, בכל מודל ננתח ניתוח תחרותי של אלגוריתמים המציעים פתרון לבעיה המקוונת, ונראה חסמים תחתונים על התחרותיות של אלגוריתמים לבעיה הנדונה.

Seminars in Computer Science

0368.36xx - סמינרים במדעי המחשב, סמ' 2

מטרת הסמינר הינה להכשיר את הסטודנט להתמודד עם נושא (חדש יחסית) במדעי המחשב. סטודנט (או כל זוג) יבחר נושא מרשימת נושאים שתיקבע בתחילת הסמסטר ועל נושא זה יצטרך לתת בתאריך מסויים הרצאה סמינריונית (וכן להציג תיק מסודר על ההרצאה, חומר רקע וספרות).

נושאי הסדנאות והסמינרים השונים יפורסמו לפני תחילת שנת הלימודים, על לוחות המודעות ובאתר האינטרנט של הפקולטה.

## מהלך הלימודים במדעי המחשב לתואר "מוסמך אוניברסיטה" M.Sc.

לימודי התואר השני במדעי המחשב מיועדים:

- א. להכשיר תלמידי מחקר אשר יוכלו להמשיך לימודיהם לתואר דוקטור לפילוסופיה.
- ב. להכשיר אנשי מקצוע אשר יוכלו לעבוד בצורה עצמאית בתחום התמחותם.

### סדרי הלימודים

- א. על התלמיד להשתתף בשמונה קורסים בהתאם לתכנית הלימודים. בתום כל סמסטר תתקיים בחינה או עבודה בכל אחד מהקורסים.  
התלמיד ישתתף בשני סמינרים מתקדמים תוך שתי שנות לימודיו הראשונות, ובסמינר "נושאים מתקדמים" (0368.5 XXX) בהתאם לדרישות המנחה.
- ב. הגשת תכנית לימודים: על התלמיד להגיש את תכנית לימודיו לא יאוחר משבועיים לאחר תחילת כל סמסטר. אישורים להשתתפות רשמית בקורסים מתקדמים ויעוץ כיצד להתכונן, ניתנים על-ידי היועץ לתואר שני.
- ג. תוכן קורס מתקדם עשוי להשתנות משנה לשנה. ניתן לקבל פרטים מדוויקים ממרצה הקורס.
- ד. תלמיד אשר נכשל בשני קורסים סמסטריאליים, רשאית ועדת ההוראה להפסיק את לימודיו.
- ה. החל מתום הסמסטר השני ללימודיו של התלמיד תהיה ועדת ההוראה רשאית להפסיק את לימודיו אם ממוצע ציוניו המצטבר ירד מתחת ל-70.

### משך הלימודים

משך הלימודים לתואר "מוסמך אוניברסיטה" הוא ארבעה סמסטרים ולכל היותר ששה סמסטרים. במקרים מיוחדים ניתן יהיה ללמוד לפי תכנית לימודים חלקית. תלמיד המעוניין בכך יגיש בקשה מנומקת באמצעות מזכירות הפקולטה, לוועדת ההוראה לתואר שני.

### עבודת גמר

על התלמיד לבחור נושא לעבודת גמר, לקבל את אישור המנחה וועדת ההוראה עד תום השנה הראשונה ללימודיו.  
על התלמיד להוכיח תוך ביצוע עבודת הגמר, דרך מחשבה עצמאית וכושר בעיבודו של החומר המדעי ובסיכומו.

### בחינת הגמר

בחינת הגמר כוללת את נושא עבודת הגמר ונושאים בשטחים הקרובים לנושא העבודה. הבחינה תהיה בע"פ, בנוכחות המנחה ושני בוחנים נוספים. ציוני עבודת הגמר ובחינת הגמר ייקבעו ע"י המנחה ושני הבוחנים.

### ציון סופי לתואר

הציון הסופי לתואר "מוסמך אוניברסיטה" מורכב כדלקמן:

משקל הציונים בקורסים ובסמינרים	–	50%
משקל ציון עבודת הגמר	–	40%
משקל ציון בחינת הגמר	–	10%

**תכנית לימודים במדעי-המחשב לתואר "מוסמך אוניברסיטה" M.Sc.**

על תלמיד מדעי המחשב ללמוד 8 קורסים מתקדמים ושני סמינרים מתקדמים (0368.4xxx). כמו כן על התלמיד להשתתף בסמינר "נושאים מתקדמים" (0368.5xxx) בהתאם לדרישות המנחה.

כל תלמיד חייב לקחת שני קורסים לפחות מהחטיבה תיאוריה של מדעי המחשב, ושני קורסים לפחות מהחטיבות הבאות: מערכות, רשתות מחשבים והנדסת תוכנה; יישומים של מדעי המחשב.

חלק מקורסי הבחירה (לא למעלה מ- 9 שעות סמסטריאליות) אפשר לבחור מבין קורסי התואר הראשון מתוך הקורסים המפורטים מטה או מחוגי לימוד אחרים (כגון הנדסה). כן ניתן לבחור קורסים מתקדמים מחוג לסטטיסטיקה וחקר ביצועים, מתוך רשימת הקורסים בסוף פרק זה. בחירה זו טעונה אישור היועץ.

**קורסי בחירה במדעי-המחשב לתואר שני\***

**תאוריה של מדעי המחשב**

סוג הקורס	מס' הקורס	שם הקורס	היקף בש"ס
בחירה	0368.4002	נושאים בקומבינטוריקה והיבטיהם האלגוריתמיים	3
	0368.4003	Wavelets ושימושיהם בעיבוד אות/תמונה	3
	0368.4005	קומבינטוריקה מתקדמת	3
	0368.4011	שיטות הצפנה	3
	0368.4012	אלגוריתמים מקביליים	3
	0368.4015	קריפטולוגיה (שיטות הצפנה)	3
	0368.4033	אימות תכניות	3
	0368.4041	אלגוריתמים מקוונים ומקורבים	3
	0368.4042	אלגוריתמי קירוב קומבינטוריים	3
	0368.4051	ניתוח מתקדם של שפות תכנות	3
	0368.4057	חישוב קוונטי	3
	0368.4067	מבני נתונים ואלגוריתמים מקוונים	3
	0368.4078	משפטי אי-השלמות של גדל	3
	0368.4105	נושאים מתקדמים בסיבוכיות של חישובים 1	3
	0368.4106	נושאים מתקדמים בסיבוכיות של חישובים 2	3
	0368.4139	שיטות אלגוריתמיות	3
	0368.4140	הוכחה אוטומטית	3
	0368.4141	אימות תוכנה וחומרה	3
	0368.4142	אלגוריתמים קומבינטוריים	3
	0368.4143	מערכות שכתוב	3
	0368.4144	אופטימיזציה גיאומטרית	3
	0368.4145	קודים לתיקון שגיאות	3
	0368.4146	תורת המטרואידים	3
	0368.4211	גיאומטריה חישובית	3
	0368.4222	ניתוח אלגוריתמים	3
	0368.4280	שיטות ומודלים פורמליים במדעי-המחשב	3
	0368.4281	נושאים מתקדמים במבני-נתונים	3
	0368.4310	נישאים מתקדמים בגיאומטריה חישובית	3
	0368.4311	שיטות הסקה במערכות בינה מלאכותית	3
	0368.4339	נושאים מתקדמים במבני נתונים	3
	0368.4340	הכוח של חישוב הסתברותי	3
	0368.4345	עקרונות אינטראקציה	3
	0368.4348	סמנטיקה של שפות תכנות	3

\* לא כל הקורסים ניתנים מידי-שנה. יש לבדוק במערכת השעות.

תאוריה של מדעי המחשב (המשך)

היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
3	לוגיקה מתקדמת	0368.4416	בחירה
3	חישוב מבוזר	0368.4429	
3	אנליזה של פונקציות בוליאניות וסיבוכיות	0368.4456	

מערכות, רשתות מחשבים והנדסת תוכנה

היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
3	שפות תכנות : עקרונות השוואתיים	0368.4008	בחירה
3	נושאים מתקדמים במערכות בסיסי-נתונים	0368.4022	
3	נושאים מתקדמים ברשתות תקשורת מחשבים	0368.4048	
3	סינכרוניזציה בחישוב מקבילי	0368.4061	
3	חישוב מקבילי	0368.4064	
3	קורס מתקדם בחישוב מקבילי	0368.4076	
2	נושאים מתקדמים ברשתות IP	0368.4082	
3	נושאים בהנדסת תוכנה	0368.4135	
3	ארכיטקטורת מחשבים	0368.4258	
3	תכנון ומימוש של שיטות מתקדמות בקומפילרים	0368.4332	
3	ניהול משאבים ברשתות תקשורת - מודלים	0368.4432	

יישומים של מדעי המחשב

היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
3	Wavelets ושימושיהם בעיבוד אות/תמונה	0368.4003	בחירה
3	ביואינפורמטיקה מבנית	0368.4007	
3	רובטיקה ותכנון תנועה	0368.4010	
3	מבוא לראייה ממוחשבת	0368.4014	
3	זיהוי תבניות	0368.4016	
3	אלגוריתמים לביולוגיה מולקולרית	0368.4020	
3	למידה חישובית : יסודות	0368.4034	
3	עיבוד תמונה דיגיטלי	0368.4059	
3	שיטות דחיסה ליישומי מולטימדיה	0368.4068	
3	נושאים מתקדמים בגרפיקה ממוחשבת	0368.4070	
3	חישוב גיאומטרי יישומי	0368.4073	
3	ניתוח ביטוי גנים ושבבי ד.נ.א.	0368.4137	
3	גיאומטריה חישובית	0368.4211	
3	כריית מידע	0368.4225	
3	מבוא לעיבוד אותות (גם למתמטיקה שימושית)	0368.4276	
3	בינה מלאכותית ותכנון	0368.4330	
3	עיבוד שפה טבעית ואיחזור מידע	0368.4341	
3	תיכון גיאומטרי בעזרת מחשב (CAGD)	0368.4403	

**קורסים מתקדמים מתואר ראשון במדעי המחשב שמוכרים לתואר שני**

היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
3	תורת הגרפים	0366.3267	בחירה
3	נושאים נבחרים במודלים חישוביים	0368.3000	
3	אלגוריתמים	0368.3012	
3	חישוביות עצבית	0368.3013	
4	גרפיקה ממוחשבת	0368.3014	
3	פרוטוקולים ורשתות מחשבים	0368.3016	
3	נושאים מתקדמים באינטרנט	0368.3036	
3	נושאים מתקדמים ברשתות תקשורת	0368.3042	
3	מבוא לקריפטוגרפיה מודרנית	0368.3049	
3	הנדסת תוכנה מכוונת עצמים	0368.3052	
3	ויזואליזציה רבת-מימדים עם שימושים	0368.3053	
4	קומפילציה	0368.3133	
3	מבוא להגנת תקשורת ומסחר	0368.3261	
3	רשתות עצבים מלאכותיות	0368.3324	
3	חישוב מדעי	0368.3333	
3	פיתוח מערכות זמן בגישה הפורמלית	0368.3460	
3	מערכות הפעלה למתקדמים	0368.3461	
3	שיטות ניתוח דרישות ותיכון במערכות משובצות	0368.3462	

**קורסים מתקדמים מהחוג לסטטיסטיקה וחקר ביצועים שמוכרים לתואר שני במדעי המחשב**

היקף בש"ס	שם הקורס	מס' הקורס	סוג הקורס
3	אופטימיזציה 1	0365.4409	בחירה
3	אופטימיזציה 2	0365.4414	
3	תורת התורים	0365.4436	
3	זרימה ברשתות	0365.4125	
3	תכנות בשלמים	0365.4542	
3	אלגוריתמים מקורבים באופטימיזציה קומבינטורית	0365.4150	
3	כריית מידע	0365.4240	

**תכני הקורסים לתואר "מוסמך אוניברסיטה" במדעי-המחשב**

Topics in Combinatorics and their Algorithmic Aspects

0368.4002 - נושאים בקומבינטוריקה והבטיחה האלגוריתמיים, שו"ת, 3

יפורסם.

Wavelet Analysis and its Applications to Signal/Image Processing

0368.4003 - Wavelets ושימושיהם בעיבוד אות/תמונה, שו"ת, 3

הקדמה לתורת פוריה. השוני בין תורת ה-wavelet ופוריה והשימוש של פוריה ב-wavelet. תורת wavelet הרציפה. המעבר לדיסקרטי. בחירת בסיסים, יצירת בסיסים (אורתוגונליים, בי אורתוגונליים) עם מאפסי אפס, מבנה ה-multiresolution, הרחבות ל-wavelet-packet. wavelet דו-ממדיים.

שימושים באודיו ותמונה: דחיסה, קוונטיזציה, מציאת edges ושינויים חדים באותות. הקורס מיועד לתלמידי שנה ג' ומעלה.

Advanced Combinatorics

0368.4005 - קומבינטוריקה מתקדמת, שו"ת, 3

שיטות הסתברותיות בקומבינטוריקה, לרבות: לינאריות התוחלת, שיטת המומנט השני, הלמה הלוקלית, אי שוויונות מתאם, מרטינגלים וצביעת גרפים ושימושים לגיאומטריה קומבינטורית.

Multidimensional Geometry and Visualizations Topics

0368.4006 - גיאומטריה רבת משתנים ונושאים בויזואליזציה, שו"ת, 3

הקורס עוסק בשיטות לויזואליזציה גרפית של בעיות רבות משתנים. הקורס יכלול תאור התחום, הצגת מתודולוגיות של קוארדינטות מקביליות, וויזואליזציה ממוחשבת של מרחבים  $N$  ממדיים ללא איבוד מידע. ייסקרו יסודות בניית תוח מידע רב ממדי, מניעת התנגשויות וראיה ממוחשבת.

Structural Bioinformatics

0368.4007 - ביואינפורמטיקה מבנית, שו"ת, 3

הקורס יעסוק בבעיות מרכזיות הקשורות במבנה התלת-מימדי של חלבונים ובפיתוח אלגוריתמים מעשיים לפיתרון. דגש מיוחד יושם על בעיות השוואה של מבני חלבונים, עגינת מולקולות (docking) ובעית קיפול החלבונים (folding). נראה כיצד אלגוריתמים, שפותחו במקורם לפיתרון בעיות בראיה ממוחשבת או גיאומטריה חישובית, מסייעים בפיתרון בעיות מרכזיות בביולוגיה מולקולרית. בקורס יינתן מבוא קצר (לתלמידי מדעים מדויקים) במבנה התלת מימדי של חלבונים ויוצגו אלגוריתמים חדישים להשוואות מבנה חלבונים, ייצוג המעטפת של החלבון, חישוב מאפיינים גיאומטריים של המעטפת, עגינת חלבונים, עגינת תרופות וכדומה.

Programming Languages: Comparative Principles

0368.4008 - שפות תכנות: עקרונות השוואתיים, שו"ת, 3

הקורס יעסוק בהיבטים חישוביים ואלגוריתמיים של רובוטיקה עם דגש על האלגוריתמיקה של תנועה. הקורס מאורגן בשלושה חלקים:

### 1. זרועות רובוטיות

נושאים בסיסיים ברובוטיקה קלאסית: ייצוג גופים והעתקות במרחב, המודל של דנויט והרטנברג, קינמטיקה ישירה והפוכה, תכנון מסלול

### 2. תכנון תנועה

הבעיה הבסיסית של תכנון תנועה, מרחב הקונפיגורציות וייצוג מכשולים, פתרונות מדויקים (סכומי מינקובסקי, חלוקה לתאים, מפות דרכים), פתרונות מקורבים (שדה פוטנציאל, מפות דרכים הסתברותיות), שימושים והרחבות

### 3. נושאים נוספים

מניפולציה של מערכות קינמטיות מרובות דרגות חופש (רובוטים מודולאריים, סימולציה של תנועת מולקולות), תכנון הרכבה, כיוון רכיבים ללא חיישנים.

הקורס מיועד לתלמידי תואר שני במדעי המחשב.

מוזמנים להשתתף גם סטודנטים שנה ג' תואר ראשון במדעי המחשב.

דרישות קדם: מבני נתונים, קורס באלגוריתמים, קורס תכנות מתקדם.



פרטים נוספים ניתן למצוא ב:

<http://www.cs.tau.ac.il/~danha/courses/rob02.html>

אלגוריתמים מקביליים בסיסיים: OR, סכום, סכומי רישא, דירוג רשימה. אלגוריתמים רנדומים: כיווץ מקורב, תמורה רנדומית, מיון דגימה. מודלים לאלגוריתמים מקביליים: QSM, LOGP, BSP, PRAM. יחס בין מודלים: אמולציה והפרדה.

**Introduction to Computer Vision**

**0368.4014 - מבוא לראייה ממוחשבת, שו"ת, 3**

בקורס תינתן סקירה רחבה של הנושאים השונים בראייה ממוחשבת, החל מקליטת תמונה ועד לזיהוי עצמים. הנושאים יידונו בעיקר מנקודת מבט של ראיית מכונות.

חלק מהנושאים שייסקרו הם: שיטות זיהוי עצמים בעולם של בלוקים; אמצעי חישה; גילוי שפות; סגמנטציה; מירקמים; סטראו; הצללה; תנועה; ייצוג צורות; אינווריאנטות פרויקטיביות ואחרות; זיהוי עצמים מבוסס מודלים.

ספרים מומלצים:

1. V.S. Nalwa, A Guided Tour of Computer Vision; Addison-Wesley, 1993.
2. O. Faugeras, Three-Dimensional Computer Vision; A Geometric Viewpoint; MIT Press, 1993.

**Cryptology**

**0368.4015 - קריפטולוגיה (שיטות הצפנה), שו"ת, 3**

הצפנה מודרנית, שיטות להצפנה במפתח פומבי, חתימות דיגיטליות, פונקציות חד-כיווניות, ביטים קשים, פונקציית hash, הוכחות אפס-מידע ושימושים, פרוטוקולים קריפטוגרפיים.

**Pattern Recognition**

**0368.4016 - זיהוי תבניות, שו"ת, 3**

סקירת תוצאות בסיסיות בתאוריה של הסתברות. מושגים בסיסיים של זיהוי תבניות סטטיסטי. אומדן קרוס-וואלידיות. גישת בייס. קלסיפיקציה ופונקציה הפרדה. השפעת מימד על דיוק של הפתרון. רגרסיה לינארית וסטטיסטיקה רובסטית. גישה לא-פרמטרית: NN-K, פרספטרון. רשתות עצבים (מלאכותיות) וזיהוי תבניות סטטיסטי. זיהוי תבניות בעזרת עצים. ברירת תכונות (feature selection and extraction). קומפוננטים ראשיים, Karhunen-Loeve - מערכת של פונקציות. שיטת Bootstrap. אנליזה של אשכולות וזיהוי תבניות. תאוריה של למידה (סטטיסטית), מימד VC-, קשר עם זיהוי תבניות. גישה סינטקטית לזיהוי תבניות.

**Object-Oriented Requirements Analysis  
Methods for Embedded Computer Systems**

**0368.4017 - שיטות ניתוח דרישות מונחות-עצמים  
למערכות משובצות מחשב, שו"ת, 3**

ניתוח דרישות הוא שלב קריטי בפיתוח של מערכות עתירות תוכנה. ההצלחה הטכנית והכלכלית בפיתוח מערכות חדשות תלויה במידה רבה בבחירת השיטות המתאימות וביישומן. בקורס נלמד עקרונות הפיתוח של מערכות משובצות מחשב ותוכנתן, תוך-כדי התמקדות בשיטות הנפוצות ביותר ושיטות המייצגות את ה-State of the Art בניתוח דרישות. כמו-כן יסקרו כלים ממוחשבים ליישום השיטות השונות (כלי CASE).

הקורס כולל הצגה פרונטלית ותרגול. במהלך הקורס יחולקו תרגילי-בית ליישום השיטות שנלמדו בדוגמאות מעשיות. הבחינה הסופית כוללת שאלות ותרגילים על הנושאים שנלמדים במהלך הקורס.

**אוכלוסיית-יעד ודרישות מוקדמות:** הקורס מיועד למוסמכים ולסטודנטים לתואר ראשון שנה ג'. להשתתפות בקורס נדרש, כמינימום, רקע של לימודי עקרונות ומבנה בסיסי של מערכות מחשבים ותכנות בשפה עילית. כמו-כן רצוי רקע בתורת מערכות לינאריות ובמכונות מצבים.



**Algorithms in Molecular Biology** **0368.4020 - אלגוריתמים בביולוגיה מולקולרית, שו"ת, 3**

מטרת הקורס להציג אלגוריתמים לכמה מהבעיות החשובות המרכזיות בביולוגיה מולקולרית כיום, ובפרוייקט הגנום האנושי בפרט.

נלמד אלגוריתמים מדויקים לבעיות הניתנות לפתרון יעיל, ואלגוריתמי קירוב והיוריסטיקות לבעיות הקשות יותר. יושם דגש על מודלים ריאליסטיים לבעיות הביולוגיות ויוצגו דוגמאות מעשיות. בין השאר יידונו השוואת רצפים, עימוד (alignment) של רצפים, איתור גנים מתוך הרצף, מיפוי פיזי של D.N.A., בניית עצי-תורשה, ניתוח ביטוי גנים משבבי D.N.A. ושיטות לגנומיקה השוואתית

**לא נדרש ידע מוקדם בביולוגיה. המושגים הנדרשים בביולוגיה יוצגו במהלך הקורס.**

**Advanced Topics in Data Base Systems** **0368.4022 - נושאים מתקדמים במערכות בסיסי נתונים, שו"ת, 3**

הקורס יעסוק בהיבטים שונים של מערכות מסדי נתונים מודרניות: ערכים מורכבים, מסדים מונחי אובייקטים, דדוקציה, חוקים אקטיביים, זמן, ומידע חלקי. ההתמקדות היא בעיקר על שפות שאילתא והבנת התאוריה שעליה הן בנויות. עבור ערכים מורכבים ומערכות מונחות אובייקטים נזכיר מסדי נתונים קיימים ושפת שאילתא סטנדרטית ל-OODB (OQL). שאר הנושאים יטופלו ברמה יותר מופשטת.

**Hardness of Approximation** **0368.4029 - קושי של בעיות קירוב, שו"ת, 3**

הקורס יסקור בתחילה אפיון מחוזק של מחלקת הבעיות NP. אפיון זה, מאוד בקצרה, טוען שכל הוכחה מתמטית יכולה להיות מוצגת כך שבכדי לוודא את נכונותה מספיק לעיין במספר קטן מאוד של מקומות (מספר שאינו תלוי באורך ההוכחה). נראה אחר-כך השלכות של אפיון זה על קשיות של בעיות קירוב רבות. אם ירשה הזמן נוכל לסקור התפתחויות אחרות מעניינות בסיבוכיות של חישובים.

**Machine Learning: Foundations** **0368.4034 - למידה חישובית: יסודות, שו"ת, 3**

מודלים הסתברותיים ללמידה, הסקת Bayes, מודל PAC, מימד ה-VC, עצי החלטה, רשתות עצביות, בחירת מודלים, דגימה אדפטיבית.

**Computational Learning Theory** **0368.4035 - תורת הלמידה החישובית, שו"ת, 3**

למידה מקוונת. למידה עם שאילתות, שקילות ושייכות. למידה PAC, מימד ה-VC, למידה עם רעש, גודל שאילתות סטטיסטיות.

**Real-Time Systems** **0368.4036 – פיתוח מערכות זמן-אמת בגישה הפרומאלית, שו"ת, 3**

נושאי הקורס:

- אפיון וסיווג תכונות של מערכות זמן-אמת.
- עקרונות פתוח מערכות זמן-אמת בגישה הפורמלית.
- מבנה Kripke ו Timed-automata כמודלים חישוביים במערכת זמן-אמת.
- שפות לתיכון מערכות זמן-אמת: MASS, Statecharts
- מימוש מערכות זמן-אמת (real-time executives).

## מדעי-המחשב

- אפיון ואימות מערכות זמן אמת כגישת אוטומטים.
- לוגיקות-זמן: LPTL, XCTL כשפות לתיאור תכונות זמן-אמת ואלגוריתמים להוכחת ספיקות.
- לוגיקות-זמן: CTL, RT-CTL ותהליכי Model-checking.

### On-Line and Approximation Algorithms

0368.4041 - אלגוריתמים מקוונים ומקורבים, שו"ת, 3

הקורס יעסוק באלגוריתמים לפתרון מקורב של בעיות ובעיקר במצבים בהם לא כל הקלט נתון מראש ויש להחליט על סמך מידע חלקי. נתרכז באלגוריתמים תחרותיים שביצועיהם משווים לאלגוריתמים אופטימליים.

### Combinatorial Approximation Algorithms

0368.4042 - אלגוריתמי קירוב קומבינטוריים, שו"ת, 3

בקורס יתוארו אלגוריתמים למציאת פתרונות מקורבים לבעיות אופטימיזציה קומבינטורית שפתרון המדויק הוא NP-hard. בתחילת הקורס יוצגו תוצאות "קלאסיות". לאחר מכן יוצגו אלגוריתמים חדשים יותר לפתרון סיפוק אילוצים (CSP) כמו Max Cut ו-Max Sat תוך שימוש בתכנון לינארי ותכנון semi-definit, אלגוריתמים לצביעת גרפים 3- צביעים במספר לא גדול מדי של צבעים, ואלגוריתמים לפתרון בעיות כמו Multi-Cut, ו-Multi-Way Cut ו-Sparsest Cut בגרפים.

### Computational Geometry

0368.4045 - גיאומטריה חישובית, שו"ת, 3

אלגוריתמים בסיסיים לבעיות גיאומטריות כגון חישוב קמור, איתור נקודות, דיאגרמת וורונוי, תכנות לינארי במימד נמוך.

### Advanced Topics in Computer Communication Networks

0368.4048 - נושאים מתקדמים ברשתות תקשורת מחשבים, שו"ת, 3

הקורס יעסוק בישומים מתקדמים של רשתות תקשורת כגון: תקשורת תאית (סלולרית), תקשורת ATM, רשתות מקומיות.

### Advanced Analysis of Programming Languages

0368.4051 – נתוח מתקדם של שפות תכנות, שו"ת, 3

Advanced techniques for statically analyzing programs are discussed. These techniques allows one to answer computationally hard questions about programs in an efficient albeit conservative way. They are also referred to as abstract interpretation since the algorithms interpret the program on a simplified abstract domain. The techniques are useful in compilers in order to generate more efficient code and in other programming language environments such as debuggers and code quality checkers.

More information will be available at <http://www.cs.tau.ac.il/~msagiv/courses/pa01.html>

Requirements:

1. Summarize one lecture 10%.
2. Homework 30% (including a project).
3. Home exam 60%.

Compilers

**Digital Image Processing**

0368.4054 - עיבוד תמונות, שו"ת, 3

אלגוריתמים לטרנספורם פורייה סופי, תכונות גלובליות של תמונות ושיווי מבוסס על היסטוגרמים, מסננים דטרמיניסטיים והסתברותיים להורדת רעש, שיטות לגילוי קצוות ושימושן בפיצול תמונות, טכניקות לדחיסת תמונות.

**Quantum Computation**

0368.4057 - חישוב קוונטים\*, ש', 3

Quantum computation is an intellectually challenging and exciting area which touches upon the foundations of both computer science and physics. In the last decade, there have been several remarkable discoveries in this area, mainly in quantum algorithms, quantum cryptography, quantum communication and quantum fault tolerance. These discoveries provide strong evidence, and in some cases, proofs, for the fact that quantum systems serving as computational devices can be fundamentally stronger than standard classical computational systems. The approach I will take in this course is that of a theoretical computer scientist, with minor glitches to physical intuition and connections to the foundations of quantum physics. However, no physics background will be assumed.

We will start with the notion of a quantum bit, and demonstrate the counter intuitive quantum properties using a computer scientist version of Bell inequalities. I will then define the computational model using quantum gates and quantum circuits. The main part of the course will be devoted to the demonstration of the advantage of the quantum model in various algorithms and protocols: Fourier transforms and Shor's factorization algorithm, which enables a quantum computer to crack the widely used RSA cryptosystem.

Grover's search algorithm in the Oracle model, which provides a provable quadratic speed up; and Raz's communication protocol which demonstrates provable exponential savings in the communication model. Lower bounds on possible quantum speed ups will then be discussed, and important concepts such as quantum entanglement and the density matrix will be presented on the way. We will then go to more advanced results in quantum complexity theory, e.g. quantum NP complete problems and quantum interactive proofs. The topic of quantum error correcting codes and quantum fault tolerant computation will be taught, where we will mention the fascinating connection of these results to the foundations of quantum physics. Finally, we will proceed to quantum cryptography, and prove the impossibility of quantum bit commitment on one hand, and the unconditional security of quantum key distribution and of biased quantum coin flipping on the other hand. If time permits, we might present some recent topics such as quantum Markov chains, group theoretical quantum algorithms, and more.

**Parallel Computation**

0368.4064 - חישוב מקבילי\*, שו"ת, 3

הקורס דן בארכיטקטורות של מחשבים מקביליים, בשיטות תכנות של מחשבים כאלה, ובאלגוריתמים מקביליים מעשיים פשוטים. בנושאי ארכיטקטורה, הקורס ידון ברשתות למחשבים מקביליים, במימוש זכרון משותף, בפרימיטיביים לסינכרון וכן בנושאי היררכיות זיכרון. בנושאי שיטות תכנות, הקורס ידון בתכנות בעזרת מסירת הודעות (message passing), בתכנות חוטים (multithreading) ובשיטות חדשניות יותר. בנושא אלגוריתמים, הקורס ידון באלגוריתמים מקביליים מעשיים לבעיות כגון כפל מטריצות ומיונים.

**דרישות מוקדמות:** אלגברה לינארית, מבנה מחשבים, מבני נתונים.

הקורס מיועד לתלמידי תואר שני ותלמידי תואר ראשון שנה ג'.

\* מיועד גם לתלמידי שנה ג' במדעי-המחשב.

**0368.4067 - מבני נתונים ואלגוריתמים מקוונים, שו"ת, 3 Online Data Structures and Algorithms**

הקורס יטפל בניתוח אלגוריתמים המטפלים בתהליכים מתמשכים בניגוד לאלגוריתמים המטפלים בבעיה מוגדרת היטב מראש. ניתוח אלגוריתמיים מסוג זה נעשה ע"י השוואתם לאלגוריתמים "נבואיים" היודעים את העתיד להתרחש ומסוגלים להכין עצמם לבאות. אלגוריתמים מקוונים אשר מחירים חסום לעומת אלגוריתם "נבואיים" נקראים אלגוריתמים תחרותיים.

**0368.4068 - שיטות דחיסה ליישומי מולטימדיה, שו"ת, 3 Compression Methods for Multimedia Applications**

מטרת הקורס היא לקבל יכולת מעשית בתחום הדחיסה. הקורס יכסה שיטות סטנדרטיות ולא-סטנדרטיות לדחיסת דבור, תמונה ווידאו. הדגש יהיה על אלגוריתמים ושיטות לדחיסה מאבדת לאותות חד ורב-מימדיים.

**0368.4069 - פיתוח מערכות זמן אמת בגישה הפורמלית, שו"ת, 3 The Formal Approach to Real Time Systems Development**

מערכת זמן אמת מממשת בקרה של תהליך פיזיקלי באמצעות מחשב (הבקר). בהינתן דרישות המגדירות את ההתנהגות הרצויה של התהליך, על מפתח המערכת לתכנן את הבקר כך שימלא אחר דרישות אלו. מערכות זמן אמת טיפוסיות (דוגמת טייס אוטומטי, בקרת כור גרעיני ועקיבה מכמית) נדרשות להגיב בו-זמנית להתרחשות אקראית של הרבה אירועים, תוך מגבלות זמן שמבטיחות את תקפות התגובות ביחס לאירועים. לפיכך תיכון תוכנת הבקר ואימותה לעומת הדרישות הם תהליכים מורכבים.

מערכת פורמלית לפיתוח תוכנת זמן אמת מבוססת על מודל מתמטי המתאר את ההתנהגויות האפשריות של תהליכים דינמיים ושפות המפורשות ביחס למודל שיש בהן כוח הביטוי הנדרש לתיאור הנחות, תכונות ומימוש של מערכות זמן אמת. בתהליך הפיתוח מוצגות הדרישות ותיכון הבקר על-ידי שפות פורמליות ואימות התיכון לעומת הדרישות נעשה בשיטות מתמטיות (דדוקטיביות או אלגוריתמיות). הגישה הפורמלית, בהיותה מבוססת על שיטות מתמטיות, מעניקה ביטחון רב יותר בנכונות המימוש לעומת שיטות מקובלות של בדיקות על-ידי סימולציה של תרחישים.

הקורס יעסוק ביישום של מערכות פורמליות (מבוססות לוגיקה ואוטומטים) לפיתוח מערכות זמן אמת כאשר הדגש יהיה על היבטים מעשיים כמו תהליך הפורמליזציה ושימות הגישה הפורמלית למערכות תעשייתיות.

**0368.4070 - נושאים מתקדמים בגרפיקה ממוחשבת, שו"ת, 3 Advanced Topics in Computer Graphics**

הקורס יעסוק בנושאים מיוחדים בגרפיקה ממוחשבת כגון: Aliasing; Ray Tracing; Volume Rendering; Solid Modeling ועוד.

**0368.4072 - נושאים מתקדמים בתאוריה של מדעי המחשב, שו"ת, 3 Advanced Topics in Computer Theory**

**0368.4073 - חישוב גיאומטרי יישומי, שו"ת, 3**

הקורס יעסוק בטכניקות של חישוב גיאומטרי המשמשות לפתרון בעיות בתחומי יישום שונים כמו רובוטיקה, תיב"ם, מערכות מידע גיאוגרפיות ועוד, עם דגש על פתרונות מעשיים. בין הנושאים שיילמדו: מערכים גיאומטריים (arrangements) ושימושיהם; מרחב הקונפיגורציות ותכנון תנועה בין מכשולים; בעיות הרכבה של גופים מרובי חלקים. כמו כן יעסוק הקורס בבעיות יציבות בתוכנה גיאומטרית, טיפוסים נתונים לאריתמטיקה מדויקת, וטיפול בקלט מנוון.

**דרישות מוקדמות: מבני נתונים, יעילות של חישובים, תוכנה 1.**

**Advanced Parallel Computation**

**0368.4076 - חישוב מקבילי מתקדם, שו"ת, 3**

הקורס מהווה המשך לקורס 'חישוב מקבילי' – 0368.4064. הקורס מציג מספר אלטרנטיבות לתכנות מחשבים מקביליים, כגון מסירת הודעות והודעות אקטיביות, זכרון משותף מבוזר, ושפות תכנות במקביליות נתונים (data parallelism), כמו-כן, הקורס מציג אלגוריתמים מקביליים שלא נידונו בקורס הבסיסי. הקורס מתאים גם לתלמידי תואר שני ושלישי במתמטיקה, מדעים, והנדסה העוסקים בסימולציות חישוביות.

**דרישות מוקדמות: חישוב מקבילי.**

**0368.4078 - משפטי אי-השלמות של גדל, שו"ת, 3**

משפטי אי-השלמות של גדל לאריתמטיקה והרחבותיה, הוכחתם, משמעותם, שימושיהם, והנסיגות להתגבר על הבעיות שהם מציגים.

**Resolution of Functions and Wavelet Theory**

**0368.4080 - פירוק פונקציות לרמות רזולוציה ותורת הגלונים (Wavelet), שו"ת, 3**

הקורס יעסוק בניתוח של פירוק פונקציה להירארכיה של רמות הפרדה (כלומר לסקאלות שונות של השתנות). בטורי פורייה פירוק הפונקציה למרכיבי קוסינוס בתדירויות שונות היא אמנם פירוק לרמות הפרדה שונות אך הפירוק הוא בעל אופי גלובאלי. בקורס זה הדגש יהיה על פירוק לרמות הפרדה שונות שהוא גם בעל אופי מקומי, כפי שניתן לעשות ע"י גלונים.

בנוסף לאספקטים של אפרוקסימציה, יעסוק קורס זה גם ביישומים לדחיסת סיגנלים (קול ווידאו) וכן לחישוב נומרי של פתרונות משוואות דיפרנציאליות.

**Seminar in Advanced Programming Environments**

0368.4081 - סמינר בסביבות תכנות מתקדמות, סמ', 2

1. כללי: סמינר זה ידון בגישות מתקדמות לפיתוח כלים אינטליגנטיים לפיתוח תוכנה ותכנות חצי-אוטומטי. כלים כאלה נבדלים מהכלים הקיימים היום ברמת הידע שלהם לגבי תהליך התכנות, וכתוצאה מכך ביכולתם לבצע חלק מהמטלות באופן אוטומטי. בין הדוגמאות שידונו בסמינר: יצירת קוד באופן אוטומטי על-פי הנחיות ברמה גבוהה; עזרה במציאת מקור של טעויות; ניתוח קוד קיים ויצירת תיעוד באופן אוטומטי; תרגום אוטומטי של תכניות משפה נמוכה לשפה גבוהה (למשל, משפת סף לשפת C); תמיכה בתהליך הגדרת הדרישות; הבסיס לכל הכלים הנ"ל הוא יצוג פנימי של התכנית המסוגל לבטא באופן ישיר את מהות החישוב, בצורה שאיננה תלויה בשפת תכנות זו או אחרת. כל הדוגמאות לעיל מבוססות על יצוג הקרוי plan calculus שיתואר בסמינר.

2. מקורות: הבסיס לסמינר הוא הספר הבא:

Charles Rich and Richard C. Waters: *The Programmer's Apprentice*, ACM Press and Addison-Wesley, 1990.

מקורות נוספים ינתנו על-ידי המרצה במשך הסמינר.

3. השתתפות: הסמינר מיועד לתלמידי תואר שני. תלמידי שנה ג' יוכלו להשתתף באישור המרצה.

**Advanced Topics in IP Networks**

0368.4082 - נושאים מתקדמים ברשתות IP, סמ', 2

הסמינר ידון בשינויים וחדושים בעולם ה-IP: שיטות מהירות לבצע look-up וקלאסיפיקציה; פרוטוקולים של label switching (IP-switching, MPLS, tag-switching); ביצועי פרוטוקולי הניתוב הממומשים כיום באינטרנט; סיבות לאי-יציבות בפרוטוקולי ניתוב; אי-התייצבות BGP; פרוטוקולי ניתוב חדשים התומכים ב-QoS.

**Advanced Programming Environments**

0368.4099 - סביבות תוכנה מתקדמות, שו"ת, 3

גישות מתקדמות לפיתוח כלים אינטליגנטיים לפיתוח תכנה ותכנות חצי-אוטומטי. החלק העיקרי של הקורס ידון ב"גישת השוליה" מבחינת המתודולוגיה והיישום, ויבחן את שימושיה לכתובת תכנה, ניתוח והבנה של תכנה קיימת, איתור שגיאות, וניתוח דרישות.

נושאים נוספים מתוך: עריכה מבנית, שפות על-עליות, סינתזה ע"י הוכחה. דרוש נסיון תכנות בשפות LISP ו-C.

מיועד גם לתלמידי שנה ג' באישור המרצה.

**Topics in Software Engineering**

0368.4135 - נושאים בהנדסת תוכנה, שו"ת, 3

משבר התוכנה והמוטיבציה להנדסת תוכנה. מחזור חיים של תוכנה. סקירת מתודולוגיות ושיטות לשימוש בשלבים השונים של מחזור החיים. בנית אב טיפוס. ניהול ובקרת תצורה. כלי עזר וסביבת פיתוח.

הקורס נועד בעיקר לתלמידי תואר שני במתמטיקה ומדעי-המחשב. תלמידי תואר ראשון יוכלו להשתתף בתיאום עם המרצה.

הקורס מתבסס על ספר הלימוד "Digital Signal Processing - a Computer Science Perspective" (John Wiley, 2000) מאת המרצה יעקב שטיין.

רשימת הנושאים, ובעיקר חלק היישומים שבה, עשויה להשתנות בהתאם לתחומי העניין של קהל הלומדים.

**רשימת הנושאים :**

**עיבוד ספרתי של אותות :**

1. אותות אנלוגיים וסיפרתיים
2. מושגי התדר והספקטרום
3. רעש

**מערכות לעיבוד אותות :**

4. הפעלת מערכות וזיהוי מערכות
5. מסננים ומערכות שאינן מסננים
6. עיבוד ביולוגי של אותות

**אלגוריתמים וארכיטקטורות חישוב :**

7. מעבדי אותות וההבדל בינם לבין ה-CPU
8. אלגוריתם ה-FFT
9. השימוש בגרפים ויישום מסננים סיפרתיים
10. אלגוריתמים נומריים ב-DSP

**יישומים :**

11. DSP בתקשורת
12. מודמים
13. עיבוד דיבור
14. שיטות עדכניות לדחיסת דיבור

הקורס מהווה קורס המשך לקורס "קומפילציה". בקורס יוצגו נושאים מתקדמים בתכנון ומימוש קומפילרים. עיקר הקורס יוקדש לאופטימיזציה עבור מכונות עם מעבד יחיד. כמו-כן נציג קומפילרים מסחריים של חברות Intel, IBM, Digital ו-Sun.

במידת האפשר נסקור את הבעיות המתעוררות ביצירת קוד יעיל לארכיטקטורות חדשניות כגון VLIW.

Advanced Compiler Design Implementation, Steven S. Muchnick.

ספר לימוד :

Automatic Theorem Proving

0368.4140 - הוכחה אוטומטית, שו"ת, 3

תחשיבי גנצן, משפט סילוק החתך ומסקנותיו, טבלאות סמנטיות, רזולוציה ועידוניה, שיטות גלובליות אחרות, מערכות שכתוב, שיטות לוקליות, הוכחה אוטומטית בלוגיקות לא קלאסיות, יישומים.

0368.4142 - אלגוריתמים קומבינטוריים

לסימולציות מדעיות

הקורס דן בעיקר בבעיות של מבני נתונים ובעיות בגרפים שפתרון דרוש על-מנת לפתח פותרים יעילים למערכות משוואות לינאריות. בין הנושאים שיידונו: מבני נתונים ואלגוריתמים לאלימינציה דלילה, אלגוריתמים לסידור ופירוק גרפים ואלגוריתמים קומבינטוריים לבניית קירובים למטריצות.

**דרישות מוקדמות:** אלגברה לינארית, מבני נתונים, יעילות של חישובים.

הקורס מיועד לתלמידי תואר שני ותלמידי תואר ראשון שנה ג'.

0368.4143 - מערכות שכתוב

הקורס כולל: שיקול משוואתי, משפט בירקהוף, מערכות שכתוב וצורות נורמליות, תכונות צירף-רוסר ולמת-ניומן, זוגות קריטיים ואנכיות, שכתוב מקבילי ונירמול חיצוני, אי-כריעות של תכונות שכתוב, דימויי סדר טובים, למת-היגמן ומשפט העצים של קרוסקל, יחסי סדר מפשטים, יחסי סדר לשקיות, לעצים ולהוכחות, תהליך ההשלמה של קנות ובנדיקס והרחבותיו, הוכחות באינדוקציה, החוג הבוליאני והסקה מסדר ראשון.

**דרישות מוקדמות:** לוגיקה למדעי-המחשב.

0368.4144 - אופטימיזציה גיאומטרית

הקורס הנו קורס תיאורטי המיועד לתלמידי תואר שני.

**סילבוס:**

הקורס יעסוק במגוון נושאים הקשורים לתכנון וניתוח אלגוריתמים יעילים לפתרון בעיות אופטימיזציה גיאומטרית, הכוללים:

- חיפוש פרמטרי, ווריאציות שלו וגישות אלטרנטיביות.
  - תכנות לינארי מנקודת מבט גיאומטרית: אלגוריתמים של מגידו, Clarkson, Seidel, Matousek et al.
  - תכנות לינארי אבסטרקטי ויישומיו הגיאומטריים.
  - חיפוש במטריצות מונטוניות.
  - איתור facilities, בעית ה-p – מרכזים, clustering.
  - חישוב קוטר בשלושה מימדים.
  - מסלולים קצרים ביותר.
  - אלגוריתמי קירוב לבעיות אופטימיזציה גיאומטרית.
  - קירובים לבעית הסוכן הנוסע האוקלידית
  - חיפוש מקורב של שכנים קרובים ביותר בממדים גבוהים.
- דרישת קדם:** "גיאומטריה חישובית" (או אישור המרצה).



**0368.4145 - קודים מתקני-שגיאות עם שימושים במדעי-המחשב**

ראשית נגדיר מהם קודים מתקני שגיאות ומושגי יסוד (מרחק, קצב, קודים לינאריים וכו') ונדגים עם Reed-Solomon Code, Hadamard Code, Long Code, Reed-Muller Code ו-Justensen Code. לאחר-מכן נדון בשאלה של מרחק מול קצב. נגדיר Concatenation Code ונראה ש-Justensen Code הוא קוד טוב אסימפטוטית. נדון ב-Gilbert Varashimov Bound ונראה כמה חסמים עליונים של קצב מול מרחק. כמו-כן ננסח את הבעיה כבניה של מרחב  $\epsilon$ -bias קטן, ונראה כמה בניית ובהם בפרט את הבניה של Naor ו-Naor. בחלק זה אנו נכיר את טרנספורם פורייה, וטכניקות של אמפליפיקציה. במידה והזמן יאפשר נדון ב-Expanders Codes.

לאחר-מכן נגדיר List-decoding (בו פענוח מילה יכול להחזיר מספר קטן של פענוחים אפשריים). אנו נגלה שבמקרה זה היחס בין קצב למרחק הוא טוב לאין-ערוך. יתרה מזאת אנו נראה אלגוריתמים מחוכמים ויפים שעושים List Decoding עבור Reed-Solomon (Goldreich Levin), Hadamard (Sudan) Reed-Muller, Concentration code של הקודים הני"ל. במידה והזמן יאפשר זאת נדבר על שימוש ל-Hardness Amplification. כמו-כן במידה והזמן יאפשר נדבר על הקשר בין אקסטרקטורים לקודים: נראה בניה של אקסטרקטור מקוד, ובניה של קוד מאקסטרקטור.

בסיום הקורס נדבר על האפשרות לקודד לא רק את המילה אלא גם פרדיקטים על המילה. אנו נחזור ונבחן את הקודים מתחילת הקורס. אנו נראה כיצד ניתן לנצל את היתרות שבקוד על-מנת לבדוק שקלט נתון הוא קרוב למילת קוד מבלי לקרוא הרבה ממילת הקוד עצמה. האלגוריתמים בהם נשתמש ישתמשו בטרנספורם פוריה בצורה פשוטה וחכמה. לבסוף נראה כיצד לנצל את הכלים שבנינו על-מנת להוכיח את משפט ה-PCP.

הציון בקורס ייקבע על-פי (ואך-ורק על-פי) התשובות לתרגילים שיינתנו כל שבוע או שבועיים. חלק מהשיעורים והתרגילים ידרשו עבודה רבה מהסטודנט (של קריאת חומר ופתרון תרגילים). כמו-כן כל סטודנט יצטרך לסכם הרצאה אחת או שתיים ולכתוב פתרון מסודר לחלק מהתרגילים והם יפורסמו בדף הקורס. רקע ב-Computational Complexity ואלגברה בהחלט יעזור. תלמידי שנה ג' המעוניינים לקחת את הקורס צריכים לדבר עם המרצה תחילה.

**0368.4211 – גיאומטריה חישובית, ש', 3 Computational Geometry**

אלגוריתמים בסיסיים לבעיות גיאומטריות כגון חישוב קמור, איתור נקודות, דיאגרמת וורונוי, תכנות לינארי במימד נמוך.

**0368.4222 - ניתוח אלגוריתמים, שו"ת, 3 Analysis of Algorithms**

אלגוריתמים הסתברותיים בגרפים: מציאת מסלולים פשוטים, מציאת עצים פורשים בזמן לינארי, מציאת חתכים מינימליים, מסלולים קצרים ביותר תוך שימוש באלגוריתמים מהירים לכפל מטריצות. החזקת מילון דינמי ומילון סטטי תוך שימוש ב-hashing. אלגוריתמים הסתברותיים לבדיקת ראשוניות. שימושים של מספרים ראשוניים גדולים. מערכת RSA. פרוטוקולים אינטראקטיביים. פרוטוקולי אפס מידע.

**0368.4224 - מטרואידים ונושאים קרובים בקומבינטוריקה, שו"ת, 3 Matroids and Related Topics**

הגדרות ומשפטים בסיסיים, מיון מטרואידים, האלגוריתם החמדן ונגזרותיו, חיתוך וזיווג מטרואידים, אורקלים מטרואידים, זרימה במטרואידים, אלגוריתם הפאזות לזרימה במטרואידים.

**Computer Architecture**

0368.4258 - ארכיטקטורת מחשבים, שו"ת, 3

עקרונות ארכיטקטורות מחשבים כולל מושגי יסוד, שיטות תכנון ושיקולי ביצועים/מחיר. הנושאים שייסקרו יהיו: תכנון יחידת עיבוד: מסלולי נתונים וכתובות, תאור ברמת register transfer, ארגון הבקרה pipelining, exceptions, השוואה risc/cisc היררכיות זכרון: מושגים והערכת ביצועים, זכרון וירטואלי, זכרון cache, מערכות זכרון interleaved. קלט/פלט: מאפייני התקנים הקפיים, פסיקות, קלט/פלט ממופה זכרון, גישה ישירה לזכרון (DMA), מעבדי ערוץ.

**Introduction to Digital Signal Processing**

0368.4276 - מבוא לעיבוד אותות (גם למתמטיקה שימושית), שו"ת, 3

מערכות לינאריות, מערכות ואותות דיגיטליים, התמרת Z, התמרת פוריה חד ממדית, דגימה, התמרת פוריה המהירה (FFT), התמרת פוריה דו-ממדית, מסננים דיגיטליים (קלמן, FIR, IIR), DIA, AID, מסננים מסתגלים, ארכיטקטורת מחשבים, עיבוד אות.

**Formal Models and Methods**

0368.4280 - שיטות ומודלים פורמלים במדעי המחשב, שו"ת, 3

הקורס מספק מבט מעמיק על הבסיס התיאורטי של שפות תכנות וחישובים בו-זמניים ומכסה נושאים נבחרים מהתחומים הבאים: למבדה-תחשיב ומנגנוני קשירה, רמת הסיווג (Typing) בשפה כולל טכניקות בדיקה ושיקום, סימנטיקה אופרציונית לעומת סימנטיקת נקודת השבת, מושגי יסוד בחישובים בו-זמניים.

**Advanced Parallel Algorithms**

0368.4300 - אלגוריתמים מקביליים מתקדמים, שו"ת, 3

הקורס מהווה קורס המשך לקורס "אלגוריתמים מקביליים". בקורס יוצגו אלגוריתמים מקביליים נוספים במודל ה-PRAM. בין הבעיות שיטופלו בקורס נמצאות הבעיות הבאות: אלגוריתמים לכווץ מקורב (Approximate Compaction), אלגוריתמים למיון ולמיון מרופד (Padded-sorting), אלגוריתמים רנדומיים ודטרמיניסטיים למציאת קבוצה ב"ת מקסימלית. כן יטופל מושג ה-P-completeness ויוצגו מספר חסמים תחתונים.

**Unix Computer System - Design and Performance**

0368.4307 - מערכת הפעלה UNIX - מבנה וביצועים, שו"ת, 3

נושאים נבחרים בתכנון, יישום והערכת ביצועים של מערכות הפעלה מסוג UNIX. השפעת הגורמים הבאים על מערכת ההפעלה: טיפוסי חומרה וארכיטקטורה; ניהול זיכרון; ניהול מערך הקבצים; ניהול התהליכים; עבודה ברשת.

**Workshop in UNIX Computer System, Design and Performance**

0368.4308 - סדנת המשך במערכת הפעלה UNIX - מבנה וביצועים, סד', 2

יפורסם.

**Advanced Topics in Computational  
and Combinatorial Geometry**

**0368.4310 - נושאים מתקדמים בגיאומטריה חישובית  
וקומבינטורית, שו"ת, 3**

הקורס יעסוק במספר נושאים מתקדמים בגיאומטריה חישובית וקומבינטורית, מעבר למה שנלמד בקורס הבסיסי. הנושאים יכללו: מערכים ושושיהם, סדרות Davenport-Schinzel ושושיהן, שיטות רנדומיות בגיאומטריה, חיפוש טווח (Range Searching) ומבני נתונים מתקדמים, ועוד.

**Reasoning in Artificial  
Intelligent Systems**

**0368.4311 - שיטות הסקה במערכות בינה מלאכותית, שו"ת, 3**

הסקה מדויקת תוך שימוש בלוגיקה ושיטות הוכחה (כגון רזולוציה). הסקה במערכות יצוג ידע מסוגים שונים (סקירה). הסקה לא מדויקת, ובתנאי אי ודאות, הסקה הסתברותית. הסקה של ברירת מחדל, הסקות של השכל הישר, לוגיקה של מושגים מעורפלים. הסקות הקשורות במרחב ובזמן. קבלת החלטות ואי ודאות. למידה ואישושה, הסברת תהליך ההסקה. חשיבה איכותית, מטה-חשיבה, מטה-ידע.

הסמינר מהווה המשך לקורס "עיבוד ספרתי של אותות - אלגוריתמים ויישומים", ונועד בעיקר לתלמידי תואר שני במתמטיקה ומדעי-המחשב.

תלמידי תואר ראשון יוכלו להשתתף בתיאום עם המרצה.

בשיעורים הראשונים המרצה יציג נושא, ולאחר-מכן יוטל על כל משתתף להכין ולהציג נושא.

הסמינר מתבסס על ספר הלימוד "Digital Signal Processing – a Computer Science Perspective", יעקב שטיין (John Wiley, 2000).

הנושאים ייבחרו מתוך רשימת הנושאים המובאת להלן:

■ אלגוריתמים וארכיטקטורות חשוב

- סיגנלים כאותיים
- טרנספורמים מיוחדים
- שימושים של תורת המספרים ב-DSP
- שימוש מתקדם בגרפים ויישום מסננים ספרתיים
- שיטות מודרניות לשיערוך ספקטרום
- אימון והכללה ברשתות עצבים
- אלגוריתמי ה-FFT יחודיים
- אלגוריתמים נומריים ב-DSP ואלגוריתם CORDIC
- מעבדי אותות אמיתיים והשוואות ארכיטקטורות

■ יישומים

- תיקון שגיאות ו-TCM
- אפנון MCM
- מודמי ADSL, V.90, V.34
- דחיסת דיבור (השהיה נמוכה / בקצב נמוך)
- שיערוך איכות דיבור (PSQM)
- הבנת דיבור
- זיהוי דובר / שפה / מין / מצב נפשי
- עיבוד אותות מכ"ם

מבני נתונים קלאסיים, ניתוחם ויישומיהם כגון: Splay Trees, Union Find, עצים דינמיים, גרפים דינמיים, ערימות פיבונאצ'י ויישומם לאלגוריתם של דיקסטר וכן במבני נתונים Persistent.

## Information Retrieval on the WEB

0368.4341 – עיבוד שפה טבעית ואחזור מידע

NLP: The IR Perspective

-----

This course describes methods for information retrieval, relying mainly on statistical natural language processing.

Topics covered include:

Basics of statistical NLP: morphology, syntax, semantics, language entropy, Markov chains, hidden Markov models, probabilistic context free grammars.

Text Retrieval: Vector space models, latent semantic indexing, HAL, semantic networks, link analysis.

Text Classification: Naive Bayes, Decision trees, neural networks, and K-nearest neighbors.

Text Clustering: Hierarchical algorithms, Non-hierarchical clustering, K-means, The EM algorithm.

Extras: Collocations, semantic disambiguation, text summarization.

IR on the Web: search engines, directories, knowledge management.

## Algorithms for Structured Graph Families

0368.4345 – אלגוריתמים למשפחות גרפים מובנות, ש', 3

נדון במספר משפחות של גרפים בעלי מבנה מיוחד, כגון קטעים (interval graph) וגרפים מיתריים (chordal graphs). המבנה הייחודי של גרפים אלו מאפשר לעיתים לפתור בזמן פולינומיאלי בעיות אופטימיזציה שונות שהן NP קשות על גרפים כלליים. נתאר אלגוריתמים המנצלים את המבנה הייחודי של גרפים אלה לזיהויים ולפתרון בעיות אופטימיזציה. יוצגו גם שיטות שונות לפירוק גרפים, כגון פירוק עץ (tree decomposition) ופירוק מודולרי (modular decomposition), וידון הקשר של פירוקים אלה למשפחות הגרפים המובנות.

הקורס יציג גם יישומים שונים המשתמשים בתכונות אלה, מתחומי הביולוגיה החישובית, האלגברה החישובית ועוד, ובעיות מחקר שונות.

הקורס פתוח לתלמידי תואר שני וכן לתלמידי שנה ג'.

**דרישות מוקדמות: יעילות של חישובים.**

**CAGD - Computer Aided Geometric Design**

0368.4403 - תיכון גיאומטרי בעזרת מחשב  
(CAGD), ש', 3

Prerequisites: Numerical analysis, programming skills. Having taken the course Computer Graphics is an advantage but not a requirement.

The course is geared towards graduate students in applied mathematics and in computer science. Third-year undergrads are welcome.

The students will learn and implement mathematical methods for the representation and manipulation of 3D geometric models. The following topics will be covered:

- Bezier curves and surfaces
- B-splines, NURBS
- Tensor product surfaces
- Subdivision methods for curves and surfaces.
- Geometric smoothness and continuity.
- Blend surfaces, Coon's patch, Ruled surfaces
- Approximation by curves and surfaces
- Surface-surface intersection and curve projection.
- Trimmed surfaces.

The assignments will involve programming.

Recommended books:

1. Curves and Surfaces for Computer-Aided Geometric Design (4th ED) -- Gerald E. Farin.
2. Computer Aided Geometric Design -- Josef Hoschek / Dieter Lasaser.
3. Geometric Concepts for Geometric Design -- Wolfgang Boehm / Hartmut Prautzsch.
4. The NURBS Book -- Les A. Piegl, W. Tiller.

**Advanced Logic**

0368.4416 - לוגיקה מתקדמת, שו"ת, 3

הקורס יעסוק בשיטות מתקדמות להוכחה: דדוקציה טבעית, תחשיבי גנצן, טבלאות סמנטיות, רזולוציה ועידוניה, שיטת הקישור, משפט סילוק החתך ומשפטי הרברנד ושימושיהם. תורות כריעות ותורות לא כריעות. לוגיקה מודלית ושימושיה, משפטי אי השלמות.

**Distributed Computation**

0368.4429 - חישוב מבוזר, שו"ת, 3

שיתוף פעולה ותאום אלוגריתמי בין מעבדים ברשת תקשורת על מנת לפתור בעיות גלובאליות משותפות. כל מעבד בחישוב מקבל רק חלק מהקלט ומייצר רק חלק מהפלט כך שאיחוד הפלטים הוא פלט חוקי של החישוב המבוזר; במודל העיקרי בו נעסוק, המעבדים מתקשרים ביניהם אך ורק ע"י העברת הודעות בקוי התקשורת. כמו כן נעסוק במודל של זכרון משותף; יידונו רשתות סינכרוניות ואסינכרוניות ומספר רב של בעיות; הפצת הודעה, בחירת מנהיג, שבירת סימטריה, בניית עץ פורש, פיזור ושליטה במשאבים, תקשורת מקצה לקצה ברשת דינמית וניתוב. כמו כן יידונו בעיות מיוחדות של סינכרון, וצילום מצב גלובלי.

**Verification of Software and Hardware Systems**

**0368.4431 - אימות מערכות תוכנה וחומרה, שו"ת, 3**

הקורס מיועד לביסוס שיטות פורמליות לאימות בעזרת המחשב (CAV: Computer Aided Verification), במסגרת שתי הגישות העיקריות: א. גישה אינטראקטיבית, בה המאמת אחראי על ההחלטות בתהליך ההוכחה, תוך כדי שימוש בכלים אוטומטיים לביצוע אפקטיבי של ההוכחה. ב. אימות אוטומטי מלא (במקרים שזה אפשרי). תינתן הצגה כללית של הרקע התיאורטי מלוגיקה רגילה, לוגיקת זמן ומתורת האוטומטים. הדגש בשנה זו יהיה על CAV עבור מערכות חומרה ופרוטוקולים.

**Resource Management in Telecommunication Networks: Modeling and Applications**

**0368.4432 - ניהול משאבים ברשתות תקשורת: מודלים ויישומים, שו"ת, 3**

מטרות הקורס:

הצגת היבטים טכניים קשורים בניהול משאבים של רשתות תקשורת (רש"ת) על רקע התפתחותן המואצת בשנים האחרונות. הכרת רכיבי רשת וכלים בתכנון רש"ת. ניתוח והצגת דרכים לפתרון בעיות מעשיות אשר קשורות בניהול משאבים ברש"ת.

נושאים נלמדים:

מבוא – התפתחות רשתות תקשורת (רש"ת) מזווית טכנולוגית; ארכיטקטורות רש"ת מקובלות; מודלים של החלפת ציוד תקשורת על רקע התחדשות טכנולוגית; רכיבים טכניים לניהול משאבים ברש"ת, הקצאה דינמית של משאבי רש"ת תחת עומסי תנועה משתנים; מודלים כלכליים להקצאת קיבול מגן ברש"ת שרידות; תכנון רש"ת שרידות תחת אילוצי שרות; תכנון והקצאת משאבים בטבעות תקשורת שרידות חד-כיווניות (Unidirectional); תכנון והקצאת משאבים בטבעות תקשורת שרידות דו-כיווניות (Bi-directional); ניהול משאבים ברשתות ATM; התפתחות רש"ת אופטיות; השלכות טכנולוגיות DWDM על רש"ת; שימוש בחבילות תוכנה וכלים לתכנון כלכלי של רשתות תקשורת – היבטים מעשיים. נושאים משלימים: תהליכי החלטה מרקוביים (תה"מ) ברש"ת; טכניקות לפתרון תה"מ רב-מימדיות; טכניקות לבקרת תנועה; הרחבת מודל ERLANG לרש"ת ISDN.

**Advanced Programming with Java**

**0368.4xxx – תכנות מתקדם בשפת Java, שו"ת, 3\***

מבוא לשפת Java – יתרונות השפה, ומבוא לכתיבת ישומים וישומונים; תכנות מונחה-עצמים ומימוש בשפת Java – אובייקטים, מחלקות, ירושה וממשקים; מצבים חריגים, משאבי המערכת ומודל הבטיחות של Java; ריבוי תהליכים – יצירת תהליכים, מחזור חיים ועדיפויות, סנכרון בין תהליכים; ישומונים – מחזור חיים, תקשורת בין ישומונים ונושאי-בטיחות; GUI – רכיבים, מכלים, טיפול באירועים, סידור רכיבים במכלים, גרפיקה, תמונות ואנימציה; תקשורת – מבוא, כתובות URL, תקשורת TCP ו-UDP, תכניות שרת-לקוח, RMI ו-Servlets.

הקורס כולל הרצת תכניות ב-Java והגשת פרויקט מסכם. את התרגילים והפרוייקט יש להגיש בזוגות.

**Advanced Seminar in Computer Science**

**0368.4xxx - סמינר מתקדם במדעי המחשב, ס', 2**

רשימת הסמינרים המתקדמים האחרים מופיעה במערכת השעות.

\* יש לבחור בין קורס זה לבין הקורס 0368.3xxx – "תכנון ומימוש שיטות מתקדמות בקומפילציה".

## לימודים לקראת תואר Ph.D.

בבית-הספר למדעי-המחשב קיימים 2 מסלולי לימודים לקראת התואר Ph.D. : מסלול רגיל ומסלול ישיר.  
פרטים על הדרישות ומהלך הלימודים במסלולים אלה ניתן לקבל במזכירות בית-הספר, בתקנון  
האוניברסיטה הכללי (הדפים הצהובים) ובאתר האוניברסיטה : <http://www.tau.ac.il/tau-rules>  
וכן באתר ביה"ס למדעי המחשב : <http://www.cs.tau.ac.il>