جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته مهندسی نقشه برداری

گرایش : ژئودزی

گروه : فنی و مهندسی

بازنگری شده مورخ ۱۳۹۶/۰۸/۱۵ دانشگاه تهران

بسم الله الرّحمن الرّحیم

برنامه درسی کارشناسی ارشد مهندسی نقشه برداری گرایش ژئودزی

گروه : فنی و مهندسی　　رشته : مهندسی نقشه برداری

دوره : کارشناسی ارشد　　گرایش : ژئودزی

ماده ۱- به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه ۸۸۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی ، برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی نقشه برداری گرایش ژئودزی بر اساس نامه ۱۲۳/۲۴۵۷۱۲ مورخ ۱۳۹۶/۰۸/۱۵ دانشگاه تهران دریافت شد.

ماده ۲- برنامه درسی مذکور در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحد های درسی و سرفصل دروس تنظیم شده و برای تمامی دانشگاه ها، مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند، برای اجرا ابلاغ می شود.

ماده ۳- این برنامه درسی از شروع تصویب به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن نیازمند بازنگری می باشد.

عبدالرحیم نوه‌ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

مشخصات کلی برنامه درسی رشته مهندسی عمران- نقشه‌برداری گرایش ژئودزی در مقطع کارشناسی ارشد

MSc Program in Civil-Surveying Engineering-Geodesy

تعریف رشته

کارشناسی ارشد مهندسی نقشه‌برداری گرایش ژئودزی دوره ایست آموزشی-پژوهشی در رشته مهندسی عمران-نقشه برداری که با گرایشهای دیگر آن رشته شامل فتوگرامتری، سنجش از دور، هیدروگرافی، و سیستم اطلاعات جغرافیایی و به کارگیری آنها در ارتباط نزدیک قرار دارد.

موضوع اصلی رشته ژئودزی عبارتست از علم اندازه‌گیری و نمایش سطح زمین، یا به بیان دیگر علمی که اساس و پایه علم مکان‌یابی و نقشه برداری را تشکیل می‌دهد. بطوریکه ویژگی‌های هندسی، ساختاری و جاذبی زمین، تحول زمانی آن‌ها و فعل و انفعالات دینامیکی زمین با سایر اجزای فیزیکی سیستم زمین (اتمسفر، هیدروسفر، کریوسفر و هسته) را در مقیاس وسیع زمانی و مکانی مورد مطالعه قرار می‌دهد. به عبارت دیگر وظایف ژئودزی عبارتند از:

تعیین شکل زمین و میدان جاذبه آن بهمراه تغییرات زمانی آن‌ها، به منظور مطالعه‌ی تغییر شکل پوسته، و مشاهده‌ی حرکت قطبی و پایش سطح اقیانوس‌ها، ایجاد سیستم مختصات ژئودتیک و نگهداری شبکه‌های ملی کنترل افقی ژئودتیک و شبکه های ترازیابی، توصیف مدل‌های ریاضی برای محاسبات ژئودتیکی بر روی سطح بیضوی و تصویر آن بر روی صفحه نقشه، بکارگیری تکنیک‌ها و ابزارهای ژئودتیکی مختلف نظیر توتال استیشن، VLBI، GNSS و غیره به منظور اندازه گیری دقیق فاصله، جهت و طول‌های مبنا

هدف رشته

در برنامه ریزی این دوره تربیت نیروهای انسانی با هدف های زیر مورد توجه قرار دارد:

- توانایی هدایت و اداره پروژ های زیربنائی کشور در زمینه های مختلف ژئوماتیک بخصوص ژئودزی
- تربیت نیروی انسانی متخصص مورد نیاز مراکز علمی و دانشگاه ها
- تقویت روحیه پژوهشی و بالابردن سطح علمی و فنی کشور در این زمینه و مشارکت موثر با مجامع بین المللی مرتبط با فتوگرامتری
- ایجاد، انتقال و گسترش دانش و فناوری رو به رشد در این رشته

ضرورت و اهمیت رشته

در جهان کنونی، کشور ما به عنوان کشوری در حال توسعه بایستی از طریق تمرکز بر مزایای منابع فراصنعتی مانند: «نوآوری‌های صنعتی»، «مهارت نیروی کار» و «ایجاد زیرساخت اطلاعات» تجارت‌های موفقی را تجربه نماید و ضمن ایجاد اشتغال مفید، بتواند به اهداف توسعه پایدار دست یابد. در شرایط کنونی که عصر اطلاعات محسوب می‌شود، اتخاذ استراتژی پیشتازی در زمینه‌های اطلاعات و ارتباطات از طریق ایجاد شرایط مناسب برای سرمایه‌گذاران در زمینه زیرساخت‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی و فراهم‌نمودن زمینه‌های لازم برای تجارت الکترونیکی، دولت الکترونیکی، ایران رقومی و ... می‌تواند ما را در نیل به توسعه پایدار یاری نماید. از آنجائیکه ۷۰ درصد اطلاعات به نحوی با مکان ارتباط دارند، بنابراین مهندسی ژئودزی به عنوان رشته‌ای که از دیرباز در زمینه «تولید»، «پردازش»، «نگهداری» و «ارائه اطلاعات مکانی» فعالیت نموده است، در شرایط کنونی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اینکه رشته مهندسی

ژئودزی بنیان و مغز رشته نقشه‌برداری و کلیه گرایش‌های آن بوده لذا توسعه آن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. همچنین با توجه به اهمیت رو به رشدتعیین موقعیت و مدلسازی در حوزه‌های زمینی و فضایی در دهه‌های اخیر و بکارگیری گسترده آن در کاربردهای مختلف از جمله مهندسی هوافضا، اکتشاف، تعیین سیستم‌های رفرنس و ناوبری زمینی، دریایی و فضایی مطالعه و گسترش گرایش مهندسی ژئودزی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. مهندسی ژئودزی به ارائه مفاهیم تئوری و کسب تجربیات عملی لازم در اهداف ذکر شده می‌پردازد. با توجه به کاربردهای مختلف گرایش مهندسی ژئودزی، می توان آنرا به شاخه های زیر تقسیم بندی نمود که بیانگر کابرد وسیع آن در حوزه‌های مختلف می‌باشد: ژئودزی فیزیکی :مشاهده و استفاده از اندازه گیری‌های جاذبی (اندازه‌گیری‌های زمینی، هوایی و فضایی) جهت تعیین شکل زمین و بطور مشخص ژئویید بطوریکه شامل فرمولاسیون و حل مسائل مقدار مرزی می‌باشد، ژئودزی هندسی: محاسبات؛ غالبا بر روی بیضوی، به منظور تعیین موقعیت دقیق از مشاهدات ژئودتیک که شامل سیستم‌های تصویر نیز می شود، ژئودزی فضایی :تعیین مدارات ماهواره ها (و در نتیجه تعیین میدان جاذبه)، تعیین موقعیت بر روی سطح زمین با استفاده از مشاهدات طولی به ماهواره های ناوبری، ژئودزی ژئوفیزکی: تکنیک‌های ژئودتیک به منظور پردازش‌های ژئودینامیکی از قبیل حرکت پلیت‌ها و یا تغییرات در دوران و توجیه زمین و ژئودزی نجومی: شاخه‌ای از ژئودزی که شامل تحقیق و توسعه تئوری و روش‌های ایجاد شبکه‌های ژئودتیک نجومی، تعیین شکل، ابعاد و میدان جاذبه زمین یا استفاده از مشاهدات نجومی و روش‌های اپتیکی تعیین مدار ماهواره.

طول دوره و شکل نظام

طول دوره بطور متوسط چهار نیمسال است و طبق ضوابط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری نباید از سه سال بیشتر شود. شکل نظام بصورت ترمی – واحدی خواهد بود. هر واحد نظری معادل ۱۶ ساعت، واحد عملی یا آزمایشگاهی معادل ۳۲ ساعت، کارگاهی ، عملیات صحرایی یا کار در صحنه معادل ۴۸ ساعت، کارآموزی و کارورزی معادل ۶۴ ساعت در طول یک نیمسال تحصیلی تدریس می شود.

تعداد و نوع واحد های درسی

تعداد واحدهای درسی ۳۲ واحد است که شامل ۹ واحد اختصاصی، ۱۵ واحد اختیاری، ۲ واحد سمینار ، ۶ واحد پایان نامه و ۱۲ واحد جبرانی می‌باشد.

نقش و توانایی فارغ التحصیلان

بر اساس تعاریف و مباحث ارائه شده در بخش‌های قبل، توانایی اصلی دانش‌آموختگان این رشته، ناوبری، تعیین موقعیت، مدلسازی مشاهدات در کاربردهای مختلف خواهد بود. لذا دانش‌آموختگان این رشته از توانائیهای زیر برخوردار خواهند بود:

- تعیین مدار دینامیکی و کینماتیکی انواع ماهواره ها
- تعیین وضعیت انواع ماهواره ها
- تحلیل تغییرشکل و جابجایی‌سنجی سازه‌هایی نظیر سد، تونل و غیره
- پایش اتمسفر و استخراج پارامترهای جوی به منظور داده گواری با مشاهدات هواشناسی
- استخراج پارامترهای یونسفری و مدلسازی آن به منظور اهداف ناوبری و مخابراتی
- تعیین پارامترهای مختلف میدان ثقل جهت اهداف اکتشافی
- طراحی، پایش و آنالیز مشاهدات شبکه های ژئودینامیکی
- طراحی، پایش و آنالیز مشاهدات شبکه های ترازیابی

- تعیین اندازه و شکل زمین و اندازه‌گیری همه‌ی داده‌های لازم جهت مشخص کردن اندازه، مکان و شکل هر بخش زمین و تغییرات برجسته و مهم آن‌ها.
- جایابی و تعیین موقعیت اشیا در فضا، کنترل موقعیت اشیای طبیعی و ساخت بشر در مکان و زمان و سایر کارهای مهندسی بر روی سطح زمین، بالای سطح زمین و زیر سطح زمین.
- توسعه، آزمایش و تنظیم حسگرها و ابزار ژئودتیک.
- جمع‌آوری داده‌ی مکانی با استفاده از انواع روش‌های ماهواره‌ای و خودکارسازی این فرآیندها.
- تهیه‌ی شبکه های کنترل ژئودتیک برای جاده‌ها، معادن، پل‌ها و سایر کارهای مهندسی.

شرایط پذیرش دانشجو

مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری می باشد.

مواد و ضرایب امتحانی

مواد و ضرائب امتحانی توسط سازمان سنجش و آموزش کشور بر اساس مصوبات آموزش عالی تعیین می‌گردد.

جدول شماره: ۱

جدول دروس جبرانی رشته مهندسی عمران-نقشه برداری گرایش ژئودزی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز	همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع		
۱	ژئودزی فیزیکی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	------ ------	----------
۲	تئوری برآورد	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	------ ------	----------
۳	ژئودزی هندسی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	------ ----	----------
۴	سیستم‌های تعیین موقعیت ماهواره ای	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	------ ------	----------
	جمع کل	۱۲	۰	۱۲	۱۹۲	۰	۱۹۲		

جدول شماره: ۲

جدول دروس اختصاصی رشته مهندسی عمران-نقشه برداری گرایش ژئودزی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز	همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع		
۱	ژئودزی فیزیکی پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	------ ------	----------
۲	تعیین موقعیت ماهواره‌ای پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	------ ------	----------
۳	آنالیز تابعی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	------ ----	----------
۴	سمینار	۲	۰	۲	۳۲	۰	۳۲	------ ------	----------
جمع کل		۱۱	۰	۱۱	۱۷۶	۰	۱۷۶		

جدول شماره: ۳

جدول دروس اختیاری رشته مهندسی عمران-نقشه برداری گرایش ژئودزی در مقطع کارشناسی ارشد*

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز	همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع		
۱	تئوری تقریب	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	آنالیز تابعی	----------
۲	مکانیک محیط های پیوسته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۳	تئوری برآورد پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۴	مبانی زمین آمار	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۵	سیستم‌های ناوبری ترکیبی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۶	آنالیز سری‌های زمانی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۷	روش‌های اندازه‌گیری ماهواره‌ای	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۸	مکانیک مداری	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۹	ژئودینامیک پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۱۰	خدمات مکان مبنا	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۱۱	ناوبری زمین‌پایه	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
۱۲	ژئودزی جاذبی ماهواره‌ای	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	ندارد	----------
	جمع کل	۳۶	۰	۳۶	۵۳۱	۰	۵۳۱		

*دانشجویان باید ۵ درس از دروس این جدول را در طول دوره آموزشی خود اخذ نمایند.

عنوان درس به فارسی : **ژئودزی فیزیکی پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی :**Advanced Physical Geodesy**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختصاصی

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با مفاهیم پیشرفته در مدلسازی میدان ثقل

سرفصل درس :

۱- مسئله مقدار مرزی تعیین ژئوئید

مسئله مقدار مرزی استوکس، خطی کردن مسئله استوکس، فرمول دوم برونز، معادله بنیادی ژئودزی فیزیکی، فرمول استوکس، محاسبات عددی، جواب ماهواره ای به عنوان یک اسفروئید مرجع، سهم شتاب ثقل زمینی، کرنل استوکس اسفروئیدی، براورد عملی فرمول های انتگرال، تغییر کرنل استوکس ، حل عددی فرمول های انتگرال، جواب انتگرال در داخلی ترین منطقه، جواب انتگرال در منطقه داخلی، جواب انتگرال در منطقه بیرونی، تقریب کرنل اصلاح شده

روش هوتین برای تعیین ژئوئید

۲- روش استوکس-هلمرت

تعادل جرم توپوگرافی، فرمولاسیون معادلهٔ بنیادی ژئودزی فیزیکی، برآورد آنومالی های جاذبهٔ هلمرت در سطح زمین، فرمول برونز

۳- چگالی لایه جبران

قاعده حفظ جرم، قاعده حفظ مرکز جرم، محاسبه اثرات اتمسفری و توپوگرافی، محاسبه اثرات توپوگرافی، محاسبه اثرات اتمسفری، مسئله مقدار مرزی دیریخله و انتقال به سمت پایین، تصحیحات بیضوی، میدان مرجع و اسفروئید در فضای ثقل هلمرت، پتانسیل جاذبهٔ باقیمانده مرجع جرم توپوگرافی، پتانسیل جاذبهٔ باقیمانده مرجع جرم اتمسفری، پتانسیل ثقل مرجع در فضای ثقل هلمرت، آنومالی جاذبهٔ مرجع و اسفروئید مرجع در فضای ثقل هلمرت، مسئله مقدار مرزی استوکس در فضای ثقل هلمرت، تابع استوکس اسفروئیدی، تابع استوکس اسفروئیدی اصلاح شده، سهم منطقه نزدیک در فرکانس های بالای کوژئوئید، سهم منطقه دور در فرکانس های بالای کوژئوئید، اثرغیرمستقیم اولیه، اثر توپوگرافی غیرمستقیم اولیه، اثر اتمسفری غیرمستقیم اولیه

۴- مسئله مقدار مرزی ملدنسکی

مسئله مقدار مرزی برداری ملدنسکی، فرم خطی مسئله مقدار مرزی برداری ملدنسکی، آنومالی ارتفاعی برداری، مسئله مقدار مرزی اسکالر ملدنسکی، فرم خطی مسئله مقدار مرزی اسکالر ملدنسکی، تقریب کروی، آنومالی ارتفاعی اسکالر، جواب ملدنسکی، مولفه های انحراف قائم سطحی

۵- کالوکیشن کمترین مربعات

قضیه گاوس مارکف، هندسه کالوکیشن کمترین مربعات، کالوکیشن و فضای هیلبرت، کالوکیشن کمترین مربعات با خطای اتفاقی، کالوکیشن کمترین مربعات با پارامترها، تابع کوریانس آنومالی جاذبه، تابع کوریانس آنومالی پتانسیل، ساختار محلی توابع کوریانس، مدل های کوریانس جهانی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	۰	۵۰	۵۰
		۰	

فهرست منابع:

۱- صفری، ع. (۱۳۹۵) ژئودزی فیزیکی، انتشارات دانشگاه تهران، شابک:

2- Wang, Yan Ming.2016, "Geodetic Boundary Value Problems.". Publishers, ISBN: 0444877754.

3- Bock, Y. and Melgar, D., 2016. Physical applications of GPS geodesy: a review. Reports on Progress in Physics, 79(10), p.106801.

4- Hofmann-Wellenhof, B. and Moritz, H., 2006. Physical geodesy. Springer Science & Business Media.

5- Sneeuw, N. 2006, Physical Geodesy. Lecture note, Institute of Geodesy, University of Stutgart.

عنوان درس به فارسی : **تعیین موقعیت ماهواره‌ای پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی :**Advanced satellite positioning**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختصاصی

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با تئوری و کاربردهای GNSS در مهندسی ژئوماتیک

سرفصل درس:

۱- معماری GNSS

۲- مدارات، سیستم‌های مختصات و زمان مرجع

زمان و سیستم‌های رفرنس، مدارات ماهواره‌ها، محاسبه مختصات ماهواره‌های GNSS

۳- مشاهدات GNSS و پردازش داده‌ها

ترکیبات مختلف مشاهدات GNSS، نویز و خصوصیات مشاهدات، کشف جهش فاز

۴- مدلسازی مشاهدات

مدلسازی فاصله هندسی، مدلسازی ساعت، تاخیرات دستگاهی، مدلسازی تاثیرات اتمسفری، تصحیح مرکز فاز آنتن، مدلسازی تاثیرات دیفرمیشن زمین

۵- حل معادلات ناوبری

مفاهیم پایه: تعیین موقعیت کد-مبنا، سرشکنی پارامترها، کالمن فیلتر، خطای تعیین موقعیت، تعیین موقعیت کد و فاز-مبنا، ترم‌های مدلسازی دقیق برای تعیین موقعیت دقیق، مدل مشاهدات خطی برای تعیین موقعیت دقیق، سرشکنی پارامترها برای تعیین موقعیت دقیق، حل ابهام فاز

۶- مشاهدات و اندازه‌گیری‌های ژئوفیزیکی با استفاده از GNSS

تخمین پارامترهای یونسفری، تکنیک نهفتگی رادیویی، تخمین پارامترهای دوران زمین، تخمین بخار آب

۷- تخمین وضعیت به کمک GNSS

۸- GPS و تعیین ارتفاع

۹- سنجش از دور با استفاده از انعکاس‌های GNSS

۱۰- کاربردهای ژئودتیکی GPS

۱۱- کاربردهای GPS درعلوم زمین

لرزه‌شناسی، هواشناسی، سیستم هشدار سونامی، ژئودینامیک، پیش‌بینی و ردیابی طوفان

۱۲- ناوبری به کمک GPS، تخمین موقعیت، سرعت و زمان
۱۳- پیاده‌سازی و کاربرد عملی در لینوکس

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	۰	۴۰	۴۰
		۲۰	

فهرست منابع:

1- P. Groves, 2013, Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems, Artech House, Second Edition.
2- T. Pany, 2010, Navigation Signal Processing for GNSS Software Receivers, Artech House.
3- Groves, P.D., 2013. Principles of GNSS, inertial, and multisensor integrated navigation systems. Artech house.
4- Awange, J.L., 2012. Environmental monitoring using GNSS: Global navigation satellite systems. Springer Science & Business Media.
5-Teunissen, P. and Montenbruck, O., 2017. Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems.
6-Ng, A., 2016. GPS for Land Surveyors.

عنوان درس به فارسی :**آنالیز تابعی**

عنوان درس به انگلیسی :**Functional Analysis**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختصاصی

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با مفاهیم آنالیز تابعی و کاربرد آن در ژئودزی

سرفصل درس :

۱- فضاها

فضاهای برداری، فضاهای نرم دار و فضاهای باناخ، نرم و فضاهای نرم دار، مفاهیم همگرایی در فضاهای نرم دار، چگال بودن و جدایی پذیری، فضاهای برداری کامل-فضاهای باناخ، فضاهای ضرب داخلی و فضاهای هیلبرت، تعریف ضرب داخلی، ارتباط فضاهای نرم دار و فضاهای ضرب داخلی، مجموعه های متعامد یکه و دنباله ها، فضای l^2، فضاهای ضرب داخلی کامل-فضاهای هیلبرت، چندجمله ای های متعامد یکه و توابع، چندجمله ای های لژاندر، چندجمله ای های هرمیت، چندجمله ای های وابسته لژاندر، زیرفضاها، زیرفضاهای متعامد، قضیه تصویر، دنباله های متعامد یکه کامل، ضرایب فوریه و نامساوی بسل، مفهوم همگرایی، همگرایی قوی، همگرایی ضعیف، همگرایی نقطه ای، همگرایی یکنواخت، متعامدسازی گرام-اشمیت

۲- عملگرهای کراندار

تعاریف، وارون پذیری،کرانداری و پیوستگی، همگرایی دنباله عملگرهای کراندار، عملگرهای الحاقی

۳- عملگرهای فشرده

تعریف، مثال هایی از عملگرهای فشرده و غیر فشرده، تئوری طیفی عملگرهای فشرده، تئوری طیفی عملگرهای خودالحاق فشرده

۴- عملگرهای انتگرال

بسط فوریه هسته و نمایش ماتریس عملگر، فشردگی، عملگرهای انتگرال خودالحاق

۵- فضاهای هیلبرت با هسته بازآفرین

ساخت فضاهای هیلبرت از توابع پیوسته

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	۰	۱۰۰	۰
		۰	

فهرست منابع:

1- *Goffman, C. and Pedrick, G., 2017. A first course in functional analysis (Vol. 319). American Mathematical Soc..*
2- *Farenick, D., 2016. Fundamentals of functional analysis. Universitext. Springer-Verlag, New York.*
3- *Kennedy, R. A. and P. Sadeghi, 2013. Hilbert Space Methods in Signal Processing, Cambridge University Press.*
4- *Oden, J. T. and L. Demkowicz, 2010. Applied Functional Analysis, Second Edition, Taylor & Francis.*
5- *Kreyszig, E 2007. Introductory Functional Analysis with Applications, Wiley India Pvt. Limited.*
6- *Griffel, D. H. 2012, Applied Functional Analysis, Dover Publications.*

عنوان درس به فارسی :**تئوری تقریب**

عنوان درس به انگلیسی :**Approximation Theory**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد :اختیاری

پیشنیاز : آنالیز تابعی

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با مفاهیم تئوری تقریب و کاربرد آن در ژئودزی

سرفصل درس :

۱- تقریب توابع بر روی خط حقیقی

تقریب در فضاهای متریک، تقریب در فضاهای نرم دار، یکتایی، اکیداً محدب، تقریب یکنواخت، چندجمله ای های چبیشف، تقریب در فضای هیلبرت، سیستم های پایه متعامد بر روی بازه ها، بسط های فوریه (متعامد)، قضیه بنیادی بسط‌های متعامد یکه فوریه

۲- درونیابی یک بعدی

انواع درونیابی، سیستم های دارای ویژگی درونیابی، مسئله عمومی درونیابی خطی، درونیابی کلاسیک، درونیابی با استفاده از چندجمله ای ها، درونیابی لاگرانژ، درونیابی نیوتن، خطای درونیابی، درونیابی هموارسازی کمترین مربعات، درونیابی کمترین نرم، درونیابی هیبرید

۳- درونیابی با استفاده از توابع اسپلاین

۴- درونیابی داده های پراکنده

فضاهای وابسته به داده، توابع پایه شعاعی، ماتریس ها و توابع معین مثبت، ماتریس ها و توابع معین مثبت شرطی، معادلات پایه برای توابع معین مثبت شرطی، فضاهای بومی برای توابع اکیداً معین مثبت، فضاهای بومی برای توابع معین مثبت شرطی، فضاهای هیلبرت با هسته بازآفرین، ساخت فضای هیلبرت هسته بازافرین از هسته معین مثبت، بازیابی بهینه در یک فضای هیلبرت با هسته بازآفرین، فضاهای سوبولف و بپو- لوی، اسپلاین‌های هموارسازی

۵- تبدیل موجک

انگیزه، تبدیل موجک پیوسته، مفهوم توان تفکیک زمان – فرکانس، ویژگی‌های تقریب، تبدیل موجک گسسته، چارچوب ها

آنالیز چند ریزه‌ساز، الگوریتم ملات، بسته های موجک، موجک های دومتعامد، موجک‌های متعامد با محمل فشرده، موجک‌های دوبشیز، جواب معادلات مقیاس، پایه های موجک روی یک بازه، موجک های دو بعدی، موجک های دو بعدی پیوسته، موجک های دوبعدی گسسته

۶- آنالیز فوریه بر روی کره

چندجمله‌ای‌های لژاندر، فضای هیلبرت بر روی کره، هارمونیک های کروی، سیستم‌های کامل و بسته هارمونیک های کروی، قضیه نمونه برداری بر روی کره، فرمول های انتگرال گیری بر روی کره، فرمول فنک-هک و کانولوشن کروی، توابع پایه شعاعی کروی

۷- اسپلاین های کروی

فضای هیلبرت هسته بازآفرین بر روی کره، هارمونیک های کروی، کانولوشن کروی، توابع پایه شعاعی کروی، سیستم‌های کامل و بسته

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
۰	۰	۵۰	۵۰
		۰	

فهرست منابع:

1. *Volker M., 2013, Lectures on constructive approximation, Fourier, Spline and Wavelet methods on the real line, the sphere and the ball. Birkhauser.*
2. *Buhmann, M. D. 2003. Radial Basis Functions: Theory and Implementations, Cambridge University Press.*
3. *Christmann, A., Jetter, K., Smale, S. and Zhou, D.X., 2016. Learning Theory and Approximation. Oberwolfach Reports, 13(3), pp.1875-1941.*
4. *Ruzhansky, M. and Tikhonov, S. eds., 2016. Methods of Fourier analysis and approximation theory. Birkhäuser.*
5. *Freeden, W. and V. Michel 2004. Multiscale Potential Theory: With Applications to Geoscience, Birkhäuser Boston.*
6. *Hastie, T., R. Tibshirani, et al. 2001. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Springer.*
7. *Cheney, E. W. and W. A. Light 2009. A Course in Approximation Theory, American Mathematical Society.*
8. *Anastassiou, G.A. and Kester, M., 2016. Discrete Approximation Theory (Vol. 20). World Scientific.*
9. *Cheney, E. W. 1982. Introduction to Approximation Theory, Chelsea Publishing Company.*

10. *Keller, W. 2004. Wavelets in Geodesy and Geodynamics, Walter de Gruyter.*
11. *Kennedy, R. A. and P. Sadeghi Hilbert Space Methods in Signal Processing, Cambridge University Press.*
12. *Phillips, G. M. 2006. Interpolation and Approximation by Polynomials, Springer New York.*
13. *Michel, V. and Telschow, R., 2016. The regularized orthogonal functional matching pursuit for ill-posed inverse problems. SIAM Journal on Numerical Analysis, 54(1), pp.262-287.*
14. *Wahba, G. 1990. Spline Models for Observational Data, Society for Industrial and Applied Mathematics.*

عنوان درس به فارسی : **مکانیک محیط‌های پیوسته**

عنوان درس به انگلیسی: **Continuum Mechanics**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد :اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با آنالیز تغییرشکل و مبانی نظری آن در مکانیک محیط‌های پیوسته

سرفصل درس:

۱- مقدمه و مفاهیم

جبر و آنالیز تنسوری، تعریف تنسور بر مبنای تبدیل مختصات ، قوانین جبری تنسورها ،تنسور متریک در فضاهای اقلیدسی و ریمانی ، نمادهای کریستوفل و مشتق کوواریانت ، بیان تنسوری گرادیان، دیورژانس و کرل تعریف رئولوژی، کمیت‌های کینماتیک و دینامیک در رئولوژی، تقسیم بندی رئولوژی به ماکرو رئولوژی و میکرو رئولوژی، معرفی معادلات ساختاری در رئولوژی

۲- تنسور تنش (کمیت دینامیک در توابع ساختاری)

معرفی نیروهای حجمی (body force) و سطحی (surface force)، تعریف نیروی کشش، معرفی تنسور تنش از طریق تصور کردن نیروی کشش به مولفه‌های مماسی و نرمال، معادلات تعادل، تحلیل و نمایش تنسور تنش، محاسبه میزان تنش در یک صفحه (معادله کوشی)، تجزیه تنسور تنش به مولفه‌های مماسی و نرمال، مولفه‌های آیزوتروپیک و دویاتوریک تنسور تنش، مولفه‌های اصلی تنسور تنش

۳- تغییر شکل‌های بی‌نهایت کوچک

معرفی تنسورهای کرنش و دوران، تعبیر هندسی مولفه‌های تنسور کرنش، روش‌های تحلیل و نمایش تنسور کرنش، تجزیه تنسور کرنش به مولفه‌های اصلی، تجزیه تنسور کرنش به مولفه‌های ایروتروپیک و دویاتوریک، شروط سازگاری

۴- تغییر شکل‌های غیر بی‌نهایت کوچک

استخراج تنسور تغییر شکل در تغییر شکل‌های غیر بی‌نهایت کوچک، معرفی رویکرد ایزوپارامتریک در آنالیز کرنش با هدف معرفی مشکلات موجود در استفاده شبکه‌های ژئودزی به منظور آنالیز استرین، رویکرد لاگرانژی در آنالیز کرنش با هدف معرفی مشکلات موجود در استفاده شبکه‌های ژئودزی به منظور آنالیز استرین

۵- تئوری الاستیسیته

معرفی قانون هوک و رفتار الاستیک موارد، قانون هوک در مواد آیزوتروپیک کاملاً الاستیک، معرفی ضرایب لامه و مدول عدم فشردگی و معرفی تعبیر فیزیکی این ضرایب، استخراج روابط تبدیل ثابت‌های ماده در مواد آیزوتروپیک کاملا الاستیک، استخراج معادلات حرکت و کوشی – ناویر برای مواد آیزوتروپیک با تغییر شکل کاملاً الاستیک، معرفی تابع انرژی استرین و استخراج آن برای مواد آیزوتروپیک کاملاً الاستیک

۶- تغییر شکل‌های وابسته به زمان

معرفی تنسور نرخ تغییر شکل، معرفی موارد یا اجسام نیوتنی، معادلات ساختاری برای ویسکوسیته نیوتن، معادله پیوستگی، معادلات ناویر استوکس

۷- رئولوژی خطی

تعریف یک تابع رئولوژی خطی، استفاده از نمودارهای استرین – زمان و استرس – استرین برای تحلیل رفتار رئولوژیک مواد، مدل‌های رئولوژیک خطی، تغییر شکل الاستیک، تغییر شکل ویسکوز خطی، جسم فیرموویسکوز یا جسم کلوین، جسم ماکسول، جسم بورگر

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۶۰	
		۴۰	

فهرست منابع:

1- Mase, G. Thomas, Ronald E. Smelser, and George E. Mase.2009, Continuum mechanics for engineers. CRC press.

2- Spencer, Anthony James Merrill.2004, Continuum mechanics. Courier Corporation.

3- Segel, Lee, and G. H. Handelman. 2007, Mathematics applied to continuum mechanics. Vol. 52. SIAM.

4- Liu, I-Shih.2013, Continuum mechanics. Springer Science & Business Media.

5- Segel, Lee, and G. H. Handelman. 2007, Mathematics applied to continuum mechanics. Vol. 52. SIAM.

6- Naumenko, K. and Amus, M., 2016. Advanced Methods of Continuum Mechanics for Materials and Structures (Vol. 60). Springer.

7- Basar, Yavuz, and Dieter Weichert. 2013, Nonlinear continuum mechanics of solids: fundamental mathematical and physical concepts. Springer Science & Business Media.

عنوان درس به فارسی : **تئوری برآورد پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: **Advanced Estimation Theory**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد :اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با روش‌های پیشرفته برآورد

سرفصل درس:

۱- فرآیندهای تصادفی و سری‌های زمانی

مقدمه و تعاریف، واریانس و کوواریانس متغیرهای تصادفی، تخمین اتوکواریانس، اتوکوواریانس و طیف، فرآیندهای تصادفی، سیگنال و نویز، فرآیندهای تصادفی در ژئودزی، کالوکیشن و کمترین مربعات

۲- مدل‌ها و سیستم‌های دینامیکی

مدل‌های زمان گسسته، مدل‌های دینامیک زمان پیوسته، محاسبه مارتریس‌های گذر، مدل‌های مشاهدات

۳- فیلترینگ کالمن

۴- توابع متعامد تجربی

مقدمه، توابع متعامد تجربی، محاسبه توابع متعامد تجربی، بازسازی مشاهدات با استفاده از توابع متعامد تجربی، تفسیر توابع متعامد تجربی

۵- مفاهیم احتمال در کمترین مربعات

تخمین کمترین واریانس، تخمین ناریب، تخمین ماکزیمم شباهت، برآوردگر بایزین

۶- تئوری پایدار سازی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه

۴۰	۶۰		
	۰		

فهرست منابع:

1- Teunissen, P. J. G. 2000, "Adjustment theory." An Introduction, Series on Mathematical Geodesy and Positioning 193.

2- Haykin, Simon S., ed. 2001, Kalman filtering and neural networks. New York: Wiley.

3- Grewal, Mohinder S. 2011, Kalman filtering. Springer Berlin Heidelberg.

4- Kumar, P.R. and Varaiya, P., 2015. Stochastic systems: Estimation, identification, and adaptive control. Society for Industrial and Applied Mathematics.

5-Trefethen, L.N., 2013. Approximation theory and approximation practice. Siam.

6- Kallianpur, G., 2013. Stochastic filtering theory (Vol. 13). Springer Science & Business Media.

7-Fletcher, R., 2013. Practical methods of optimization. John Wiley & Sons.

8- Horst, R. and Tuy, H., 2013. Global optimization: Deterministic approaches. Springer Science & Business Media.

9- Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S. and Rubin, D.B., 2014. Bayesian data analysis (Vol. 2). Boca Raton, FL, USA: Chapman & Hall/CRC.

10- Chui, C.K. and Chen, G., 2017. Kalman filtering: with real-time applications. Springer.

عنوان درس به فارسی : **مبانی زمین آمار**

عنوان درس به انگلیسی : **Principle of Geostatistics**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با مفاهیم پیشرفته آمار در حوزه ژئوماتیک

سرفصل درس:

۱-کلیاتی از آمار کلاسیک

متغیر تصادفی وابسته و مستقل، توابع توزیع احتمال، همبستگی و رگرسیون، آزمون‌های آماری

۲- متغیر ناحیه‌ای

مقدمه، تعریف متغیر ناحیه‌ای، فرضیات پایایی

۳- واریانس پراکندگی و منظم‌سازی

۴-کریجینگ

مقدمه، معادلات کریجینگ، مقایسه کریجینگ و سایر روش‌های تخمین، ویژگی‌های کریجینگ، نقش شعاع جستجو، انواع کریجینگ، مدل تابع تصادفی و عدم بایاس، مدل تابع تصادفی و واریانس خطا، لاگ کریجینگ، کوکریجینگ

۵- واریانس تخمین

توزیع خطای تخمین، روش محاسبه واریانس تخمین بر اساس واریوگرام، تاثیر پارامترهای ساختار فضایی بر واریانس تخمین، محاسبه واریانس تخمین، کاربرهای واریانس تخمین

۶- نمونه‌برداری زمین آماری

امتیاز نمونه‌برداری مرحله‌ای، طراحی نمونه‌برداری

۷- مدلسازی تغیر نما

مسائل یک بعدی در مورد نمونه‌های نقطه‌ای، مسائل یک بعدی در نمونه‌های غیر نقطه‌ای، مسائل دو بعدی

۸- مدل‌های توابع تصادفی

لزوم مدلسازی، مدل‌های قطعی، مدل‌های احتمالی، متغیرهای تصادفی، توابع نتغیرهای تصادفی، پارامترهای متغیرهای تصادفی، متغیرهای تصادفی وابسته، پارامترهای متغیرهای تصادفی وابسته، توابع تصادفی، پارامترهای یک تابع تصادفی

۹- تخمین توزیع فراوانی

توزیع‌های تجمعی، نقطه ضعف‌های توزیع خام ضعف تخمین‌های نقطه‌ای، توزیع‌های تجمعی، تخمین توزیع تجمعی کلی، تخمین توزیع‌های محلی

۱۰- بررسی عدم قطعیت

خطا و عدم قطعیت، رده‌بندی عدم قطعیت

۱۱- واریوگرام و توابع کوواریانس

واریوگرام محلی، واریوگرام نظری، تابع کوواریانس، تابع معین مثبت، تابع معین منفی مشروط، برازش واریوگرام با توابع کوواریانس

۱۲- استنتاج بیزین

تخمین و پیش‌بینی بیزین برای مدل‌های خطی گوسین، مدل‌های Trans-Gaussian، تخمین و پیش‌بینی گوسین برای مدل‌های زمین‌آمار خطی

۱۳- مدل‌های گوسین برای داده‌های زمین آماری

توابع کوواریانس و واریوگرام، پایدارسازی، پیوستگی و مشتق‌پذیری فرآیندهای تصادفی، خانواده توابع کوواریانس و خصوصیات آنها، تاثیر nugget، ترندهای مکانی، مدل‌های گوسی تبدیل یافته، مدل‌های چند متغیره

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۱۰۰	
		۰	

فهرست منابع:

1- Remy, Nicolas, Alexandre Boucher, and Jianbing Wu. 2009, Applied geostatistics with SGeMS: a user's guide. Cambridge University Press.

2- Wackernagel, Hans.2003, Multivariate geostatistics. Springer Science & Business Media.

3- Chiles, Jean-Paul, and Pierre Delfiner.2009, Geostatistics: modeling spatial uncertainty. Vol. 497. John Wiley & Sons.

4- Diggle, Peter, and Paulo Justiniano Ribeiro.2007, Model-based geostatistics. Springer Science & Business Media.

5-Wackernagel, Hans.2013, Multivariate geostatistics: an introduction with applications. Springer Science & Business Media.

6-Verly, Georges, et al.2013, Geostatistics for natural resources characterization. Vol. 122. Springer Science & Business Media.

7- Chun, Yongwan, and Daniel A. Griffith. 2013, Spatial statistics and geostatistics: theory and applications for geographic information science and technology. Sage.

8-Merriam, D. ed., 2013. Geostatistics: a colloquium (Vol. 5). Springer Science & Business Media.

عنوان درس به فارسی : **سیستم‌های ناوبری ترکیبی**

عنوان درس به انگلیسی : **Integrated Navigation Systems**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختیاری

پیشنیاز: ندارد

همنیاز: ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با تئوری و کاربردهای GNSS ، INS، CNS و تلفیق آنها

سرفصل درس:

۱- مقدمه و مفاهیم

تاریخچه ناوبری INS/CNS/GNSS، وضعیت موجود ناوبری INS/CNS/GNSS

۲- مبانی سیستم‌های ناوبری INS/CNS/GNSS

مبانی تکنیک‌های ریاضی ناوبری، چارچوب‌های مختصاتی، تبدیل سیستم‌های مختصات، سیستم ناوبری اینرشیا، سیستم ناوبری ماهواره‌ای، سیستم ناوبری سماوی، سیستم ناوبری اینرشیال

۳- فیلترها در سیستم‌های ناوبری

کالمن فیلتر، کالمن فیلتر تعمیم یافته، Unscented Kalman Filter، Particle Filter، Unscented Particle Filter، Predictive Filtering، Federated Filter

۴- مدلسازی سیستم ناوبری اینرشیال

مدلسازی دینامیک، مدلسازی کینماتیک، مکانیزاسیون INS، پارامترسازی ماتریس دوران، محاسبه پارامترهای ناوبری

۵- مدلسازی خطاهای INS بوسیله معادلات خطی وضعیت

۶-تلفیق GNSS و INS

مبانی تلفیق ناوبری اینرشیا و ماهواره‌ای، انواع روش‌های ترکیب، مدل خطای دینامیک معادلات INS

۷- الگوریتم‌های پردازش نقشه‌های آسمان در حسگرهای ستاره و ناوبری مستقل سماوی

۸- تلفیق INS و CNS

مبانی تلفیق ناوبری اینرشیا و سماوی، انواع روش‌های تلفیق سیستم های ناوبری اینرشیا و سماوی، تلفیق سیستم‌های اینرشیا و سماوی جهت تعیین وضعیت

۹- تلفیق GNSS/INS/CNS

مبانی تلفیق ناوبری اینرشیا و سماوی و ماهواره‌ای، تلفیق ناوبری GNSS/INS/CNS بر مبنای Federated UKF

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۶۰	۴۰
		۰	

فهرست منابع:

1- Quan, Wei, Jianli Li, Xiaolin Gong, and Jiancheng Fang. 2015, INS/CNS/GNSS integrated navigation technology. Springer.

2- Aboelmagd, Noureldin, T. Ben Karmat, and Jacques Georgy.2013, "Fundamentals of Inertial Navigation, Satellite-based Positioning and their Integration." 167-199.

3- Groves, Paul D. 2013, Principles of GNSS, inertial, and multisensor integrated navigation systems. Artech house.

4-Driankov, D. and Saffiotti, A. eds., 2013. Fuzzy logic techniques for autonomous vehicle navigation (Vol. 61). Physica.

عنوان درس به فارسی : **آنالیز سری‌های زمانی**

عنوان درس به انگلیسی :**Time series Analysis**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با آنالیز سری‌های زمانی و کاربرد آن در ژئوماتیک

سرفصل درس:

۱- آنالیز توصیفی سری‌های زمانی

تجزیه سری زمانی به مولفه‌های ترند، متناوب، فصلی ونامنظم

۲- فرآیندهای ایستا

خصوصیات، فرآیندهای خطی، فرآیندهای اتورگرسیو، فرآیندهای میانگین متحرک، پیش بینی، تابع اتوکوواریانس، نویز سفید

۳- مدل‌های ARMA (تخمین و پیش‌بینی)

خصوصیات پایه، مدل‌های ARMA، توابع اتوکورلیشن، پیش‌بینی، انتخاب مدل و تخمین، روش گشتاورها، روش حداکثردرست‌نمایی، بررسی باقیمانده‌ها، انتخاب مدل

۴- مدل‌های ناایستا و فصلی

مدل‌های ARIMA، مدل‌های فصلی، تخمین، آزمون فرض و پیش‌بینی

۵- مدل‌های فضای حالت

فرمولاسیون فضای حالت، مدل‌های ساختاری، فرمولاسیون فضای حالت در مدل‌های ARIMA، فیلترینگ و هموارسازی

۶- مدل‌های سری زمانی چندمتغیره

مدل‌های چندمتغیره ARMA

۷- آنالیز طیفی

روش‌ها در فضای فرکانس، چگالی طیفی سری‌های زمانی، نمایش طیفی فرآیندهای ایستا، نمایش طیفی مدل‌های ARMA، تخمین

۸- کشف آنامولی و Outlierها

۹- نمونه‌برداری، آلیزینگ و مدل‌های زمان-گسسته

۱۰- فیلترهای دیجیتال

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۶۰	۴۰
		۰	

فهرست منابع:

1- Box, George EP, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel, and Greta M. Ljung.2015, Time series analysis: forecasting and control. John Wiley & Sons.

2- Percival, Donald B., and Andrew T. Walden. 2006, Wavelet methods for time series analysis. Vol. 4. Cambridge university press.

3- Chatfield, Chris. 2016, The analysis of time series: an introduction. CRC press.

4- Durbin, James, and Siem Jan Koopman.2012, Time series analysis by state space methods. No. 38. Oxford University Press.

5-Gloor, P., 2013. Elements of hypermedia design: techniques for navigation & visualization in cyberspace. Springer Science & Business Media.

عنوان درس به فارسی : **روش‌های اندازه‌گیری ماهواره‌ای**

عنوان درس به انگلیسی :**Satellite measurement techniques**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری ماهواره‌ای در ژئوماتیک

سرفصل درس:

۱- سیستم‌های رفرنس و فریم‌ها در ژئودزی

سیستم‌های رفرنس سماوی، سیستم‌های رفرنس زمینی، سیستم‌های رفرنس مداری، دوران زمین بعنوان رابط سیستم‌های زمینی و سماوی

۲- شکل زمین

عوامل موثر در تغییر شکل زمین

۳- دوران زمین

آنالیز ۴۴ سالهٔ داده‌های حرکت قطبی، تعیین ترند خطی و حذف اثر آن، حرکت عمومی قطب، تعیین قطب متوسط جدید، اثر تغییرات بردار سرعت دوران بر میدان ثقل و سطح آب دریاها، دوران زمین صلب، حرکت قطبی زمین غیرصلب، اثر اتمسفر بر حرکت قطبی، اثر اقیانوس‌ها بر حرکت قطبی، اثرات خورشید و ماه برروی سرعت دوران زمین، پدیده‌ها و عوامل موثر در دوران زمین

۴- مروری بر سیستمهای ناوبری زمینی و ماهوارهای

مروری بر سیستمهای ناوبری زمینی و ماهوارهای، سیستم تعیین موقعیت زمینی لورن، سیستم تعیین موقعیت زمینی امگا، سایر سیستمهای تعیین موقعیت زمینی، سیستم تعیین موقعیت ماهوارهای ترانزیت، سیستم تعیین موقعیت دوریس، سیستم تعیین موقعیت VLBI، سیستم SLR، سیستم LLR

۵- آشنایی با رادار آلتیمتری

تاریخچه مختصر، اساس کار ارتفاع سنجی ماهواره‌ای، تعیین موقعیت سنجنده، ارتفاع سنج راداری دوفرکانسهٔ NRA، رادیومترِ میکروموجِ سه فرکانسهٔ TMR، آرایهٔ رفلکتور های تمام بازتاب لیزری LRA، سیستم داپلریِ دو فرکانسهٔ DORIS، ارتفاع سنجِ حالت جامدِSSALT، انواع ماهواره های ارتفاع سنج و خصوصیات آنها

۶- آشنایی با ماهواره‌های CHAMP، GRACE و GOCE

ساختار ماهواره‌هایCHAMP ، GRACE و GOCE، ماموریت ماهواره‌ای جاذبه سنجی ماهواره های مدار پایین ، تغییرات کلی سطح آبها، کاربرد ماهواره های مدار پایین در درنظر گرفتن جابجایی آب در رو و در زیر سطح زمین، کاربرد ماهواره های مدار پایین در مطالعه تغییرات سطح صفحات یخی و سطح آب‌های جهانی، کاربرد ماهواره های مدار پایین در مطالعه جریانات اقیانوسی در سطح و اعماق، کاربرد ماهواره های مدار پایین در مطالعه تغییرات پوسته جامد زمین

۷- کاربرد فیلتر ها بر روی داده‌های ماهواره‌ای

۸- آشنایی با LIDAR، GNSS reflectometry

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۶۰	۴۰
		۰	

فهرست منابع:

1- Reigber, Christoph, Hermann Lühr, and Peter Schwintzer, eds. First CHAMP mission results for gravity, magnetic and atmospheric studies. Springer Science & Business Media, 2012.

2- Kaula, William M. Theory of satellite geodesy: applications of satellites to geodesy. Courier Corporation, 2000.

3- Fu, Lee-Lueng, and Anny Cazenave, eds. Satellite altimetry and earth sciences: a handbook of techniques and applications. Vol. 69. Academic Press, 2000.

4- Seeber, Günter. Satellite geodesy: foundations, methods, and applications. Walter de Gruyter, 2003.

5- Leick, A., Rapoport, L. and Tatarnikov, D., 2015. GPS satellite surveying. John Wiley & Sons.

دانشگاه تهران

عنوان درس به فارسی : **مکانیک مداری**

عنوان درس به انگلیسی :**Orbital Mechanics**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با روش‌های تعیین دینامیکی مدار ماهواره‌ها و کاربرد آن در ژئودزی

سرفصل درس:

۱- دینامیک اجرام نقطه‌ای

بردارها، جرم، نیرو، قوانین جاذبه نیوتن، قوانین حرکت نیوتنی، حرکت نسبی، انتگرال‌گیری عددی

۲- مسئله دو- جرمی

معادله حرکت در فریم اینرشیال، معادله حرکت نسبی، ممانتوم زاویه‌ای و فرمول‌های مداری، قانون پایستگی انرژی، مدار دایره‌ای، بیضوی، سهمی و هذلولی، سیستم مختصات پریفوکال، ضرائب لاگرانژ، مسئله سه جرمی

۳- موقعیت مداری به عنوان تابعی از زمان

۴- مدارات در سه بعد

سیستم مختصات ژئوسنتریک بعدی، بردار وضعیت و سیستم مختصات زمین مرکز، المان‌های مداری و بردار وضعیت، تبدیل مختصات، سیستم مختصات توپوسنتریک اینرشیال، سیستم مختصات ژئوسنتریک اینرشیال، سیستم مختصات محلی، رد اثر ماهواره

۵- تعیین مدار اولیه

روش گیبس در تعیین مدار بوسیله سه بردار موقعیت، روش لامبرت، تعیین مدار بوسیله زاویه و فاصله، تعیین مدار بوسیله مشاهدات زاویه‌ای، روش گوس در تعیین مدار

۶- تعیین مدار دینامیکی ماهواره

نیروهای موثر بر ماهواره، جاذبه زمین، اصطکاک اتمسفری، اثر جاذبه سایر اجرام سماوی، جزر و مد، اثر تشعشعات خورشیدی

۷- تعیین مدار به کمک روش لاگرانژ

مدل ریاضی ضرایب لاگرانژ، ضرایب لاگرانژ در میدان مرکزی، ضرایب لاگرانژ در میدان J2 ضرایب لاگرانژ در میدان کامل

۸- تعیین مدار دینامیکی تبدیل یافته

روش فیلتر کالمن، تعیین مدار بهینه

۹- مانورهای مداری

۱۰- تعیین وضعیت ماهواره

ردیاب ستاره، کواترنیون‌ها، سنسور خورشیدی، سنسورهای مغناطیسی

۱۱ - زیر سیستم‌های ماهواره و پارامترهای اصلی آن

محموله، کنترل وضعیت، مخابرات، پردازش، سازه و مکانیزها، کنترل حرارت، پیشرانش

۱۲- فرآیند طراحی و ساخت ماهواره و فازهای آن

طراحی ماموریت، طراحی مقدماتی، طراحی تفصیلی، ساخت و مونتاژ و تست، پرتاب و بهره وری

۱۳- فرآیند طراحی ماموریت ماهواره‌های نقشه‌برداری (ژئودزی و سنجش از دور)

تعریف اهداف اولیه و ثانویه ماموریت، تعریف الزامات سطح بالای سیستم، تعریف گزینه های انتخابی در مفهوم ماموریت، تعریف گزینه های انتخابی در ساختار ماموریت، شناسایی محرک‌های طراحی سیستم، تخصیص ویژگی المان‌های سیستم

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۶۰	۴۰
		۰	

فهرست منابع:

1- Curtis, Howard.2013, Orbital mechanics for engineering students. Butterworth-Heinemann.

2- Bedford, Anthony, Wallace L. Fowler, and Yusof Ahmad. 2008, Engineering mechanics: dynamics. Pearson Prentice Hall.

3- Sidi, Marcel J. 1997, Spacecraft dynamics and control: a practical engineering approach. Vol. 7. Cambridge university press.

4- Montenbruck, Oliver, and Eberhard Gill. 2012, Satellite orbits: models, methods and applications. Springer Science & Business Media.

عنوان درس به فارسی : **ژئودینامیک پیشرفته**

عنوان درس به انگلیسی: **Advanced Geodynamic**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با مطالعه‌ی تغییرات زمانی و دینامیک زمین در مقیاس‌های جهانی و منطقه‌ای

سرفصل درس:

۱- مروری بر مفاهیم مکانیک محیط‌های پیوسته،تئوری تغییر شکل و تنش

مفهوم محیط پیوسته و فرضیه‌ی پیوستگی، نظریه‌ی تغییر شکل، تانسور کرنش، نگرش لاگرانژی و اویلری، تغییر شکل بی-نهایت کوچک، مفهوم تنش، تعریف بردار تنش و تانسور تنش، تنش‌ها و کرنش‌های اصلی، معادلات حرکت محیط پیوسته، قضیه‌ی کوشی-پوآسن، معادله‌ی پیوستگی

۲- تئوری الاستیسیته

معرفی قانون هوک و رفتار الاستیک موارد، قانون هوک در مواد آیزوتروپیک کاملاً الاستیک، معرفی ضرایب لامه و مدول عدم فشردگی و معرفی تعبیر فیزیکی این ضرایب، استخراج روابط تبدیل ثابت‌های ماده در مواد آیزوتروپیک کاملا الاستیک، استخراج معادلات حرکت و کوشی – ناویر برای مواد آیزوتروپیک با تغییر شکل کاملاً الاستیک، معرفی تابع انرژی استرین و استخراج آن برای مواد آیزوتروپیک کاملاً الاستیک، معادلات سازگاری استرس یا معادلات Beltrami-Michel

۳- تفسیر بی‌هنجاری‌های گرانی مشاهده شده

بی‌هنجاری‌های گرانی سطحی، هم ایستایی، توازن ایری، توازن پرات، بی‌هنجاری‌های زمین‌وار، خمش سنگکره، سنگکره، گستره و حوضه، نقاط داغ، پشته میان اقیانوسی، هم‌ایستایی حرارتی، مناطق همگرایی، زمین‌وار طول موج بلند،

۴- پدیده‌های زلزله و آتشفشان

مکانیک زلزله، نظریه نابجایی در تئوری ارتجاعی و نقش آن در مدلسازی حرکات گسل‌ها، آشنایی با امواج لرزه‌ای و لرزه‌نگارها و مطالعه خصوصیات درونی زمین به کمک توموگرافی امواج لرزه‌ای، انواع گسلها، پارامترهای هندسی گسل و نمایش استروگرافیک گسلها، تغییر شکل‌های هم‌لرزه در محیط ایزتروپ و نیم‌بینهایت، معرفی مدل اوکادا، تغییر شکل هم‌لرزه در محیط لایه‌ای و مدل‌های مختلف آن، مدل‌های زلزله در محیط‌های کروی، مدل‌های پس‌لرزه و اثرات ویسکوالاستیک، زلزله و تغییر در میدان جاذبه‌ی زمین، مدل نیم‌بینهایت اکوبو، مدل‌های کروی و لایه‌ای، نظریه نابجایی و مطالعه تغییر شکل‌های

ناشی از حرکات آتشفشانی، گسل‌های کششی، مدل ماگی در مطالعات آتشفشانی، اثرات انتقال حرارت و مدلسازی منشا حرارتی ناشی از انتقال ماگما، مدل‌های ترموالاستیک

۵- پدیده جزر و مد و مدل‌های جزر و مدی

جزر و مد اقیانوسی، جزر و مد زمین صلب، پتانسیل جزر و مد و شتاب جزرومد، معرفی عدد Doodson و بررسی تغییرات پتانسیل و یا نیروی جزر و مد نسبت به زمان و مکان شامل مولفه‌های tesseral، sectorial و zonal به همراه برخی از مولفه‌های فرکانسی، تیلت بردار شتاب ثقل و بالاآمدگی سطوح هم پتانسیل در اثر جزر و مد، جزر و مد پوسته، جزر و مد زمین غیر صلب، اعداد لاو و مفهوم فیزیکی آنها، پتانسیل تغییر شکل و عدد شیدا، اثرات جزر و مد بر مشاهدات ژئودتیکی، اثرات غیر مستقیم جزر و مد و اعداد لود، مدل‌های جزر و مدی، مدل فارِل، مدل جان وار.

۶- مشاهدات راداری و نقش آنها در مطالعات زلزله و آتشفشان

مروری بر فیزیک امواج ماکروویو و تابع موج در فضای مختلط، تاریخچه سیستم های رادار، انواع مختلف رادار، معادله رادار (و مفاهیم Gain, Radar Cross Section, Antenna pattern)، نسبت سیگنال به نویز در رادار ، انواع پراکنش، قدرت تفکیک پذیری در راستای Range وAzimuth درتصاویررادار با دریچه واقعی RAR و مصنوعی SAR ، مروری بر روشهای پردازش سیگنال تصاویررادار با دریچه مصنوعی، هندسه تصاویر SAR و اعوجاجات هندسی، اثر Speckle در تصاویر SAR، مروری بر سکو ها و سنجنده های رادار با دریچه مصنوعی

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۱۰۰	
		۰	

فهرست منابع:

1- Gerya, Taras.2009, Introduction to numerical geodynamic modelling. Cambridge University Press.
2- Manspeizer, Warren.1991, "Book review-Geology." Earth-Science Reviews 30, no. 3-4: 325-326.
3- Ghiglione, Matías C. 2016, "An Introduction to the Geodynamic.

عنوان درس به فارسی : **خدمات مکان مبنا**

عنوان درس به انگلیسی:**Local Based Services (LBS)**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با روش‌های تعیین موقعیت در مکان‌های سرپوشیده

سرفصل درس:

۱-مقدمه

۲- ارتباطات بی سیم

۳- شبکه‌های موبایل و مدیریت موقعیت

۴- تعیین موقعیت ماهواره‌ای

۵- روش‌های تعیین موقعیت درون ساختمانی

۶-اصول کارکرد سیستم‌های مخابراتی سلولی

۷- تعیین موقعیت بکمک موبای

۸- معماری‌های مختلف سرویس‌های مکان مبنا

۹- ملاحظات بین سازمانی در پیاده‌سازی سرویس‌های مکان‌مبنا

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۶۰	۴۰
		۰	

فهرست منابع:

1- Axel, K., 2005. Location-based services: fundamentals and operation. John Wiley & Sons.

2- Tendler, Robert K.2008, "Location based information system." U.S. Patent 7,447,508, issued November 4.

3- Schiller, Jochen, and Agnès Voisard, eds. 2004, Location-based services. Elsevier.
4- Küpper, Axel. 2005, Location-based services: fundamentals and operation. John Wiley & Sons.
5- Karimi, H.A. ed., 2013. Advanced location-based technologies and services. CRC Press.
6- Werner, M., 2014. Indoor location-based services: Prerequisites and foundations. Springer.

عنوان درس به فارسی : **ناوبری زمین پایه**

عنوان درس به انگلیسی:**Earth-Based Navigation**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با روش‌های تعیین موقعیت بدون اتکا به ماهواره

سرفصل درس:

۱- ناوبری بر اساس عوارض زمین

لزوم استفاده از روش ناوبری، تاریخچه ناوبری بر اساس زمین، هدایت یاری شده با عوارض زمین، ناوبری بر اساس عوارض زمین، eTOD، مناطق تحت پوشش داده‌های عوارض طبیعی زمین و موانع مصنوعی، پایگاه داده‌های ناوبری

۲- تطبیق با استفاده از تصویر

اهداف ناوبری بر مبنای تصویر، سیستم تعیین موقعیت بر مبنای بینایی، تصحیح خطای سیستم ناوبری اینرسی با تصاویر متوالی، تطبیق تصاویر هوایی با تصاویر ماهواره‌ای بر اساس الگوریتم سیفت

۳- تعیین موقعیت در دریا

۴- ناوبری در سطح و عمق دریا

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۶۰	
		۴۰	

فهرست منابع:

1- Hildebrand, C. E., V. J.1972, Ondrasik, and G. A. Ransford. "Earth-based navigation capabilities for outer planet missions.".
2- Jekeli, Christopher.2001, Inertial navigation systems with geodetic applications. Walter de Gruyter.
3- Mundy, Joseph L., Andrew Zisserman, and David Forsyth. 1993, Applications of Invariance in Computer Vision: Second Joint European-US Workshop, Ponta Delgada, Azores, Portugal, October 9-14.
4-Proceedings. Vol. 825.1994, Springer Science & Business Media.
5- Britting, Kenneth R.2010, Inertial navigation systems analysis.
6- Groves, P.D., 2013. Principles of GNSS, inertial, and multisensor integrated navigation systems. Artech house.
7- Rubner, Y. and Tomasi, C., 2013. Perceptual metrics for image database navigation (Vol. 594). Springer Science & Business Media.
8- Aloimonos, Y. ed., 2013. Visual navigation: from biological systems to unmanned ground vehicles. Psychology Press.

عنوان درس به فارسی : **ژئودزی جاذبی ماهواره‌ای**

عنوان درس به انگلیسی:**Satellite Geodesy**

تعداد واحد :۳

نوع درس :نظری

ساعت درس: ۴۸ ساعت

نوع واحد : اختیاری

پیشنیاز : ندارد

همنیاز : ندارد

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ■ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱- آشنایی با نیروهای اغتشاشی موثر بر ماهواره‌ها و روش‌های عددی تعیین مدار

سرفصل درس:

۱- تاریخچه تعیین مدار

۲- مباتی مقدماتی تعیین مدار

انواع مدارهای ماهواره، مدار دینامیکی، مدار کینماتیک، مدار دینامیکی تبدیل یافته، سیستم‌های مختصات، دسته‌بندی ماهواره‌ها بر اساس ارتفاع

۳- تعیین مدار دینامیکی ماهواره

نیروهای موثر بر ماهواره، جاذبه زمین، اصطکاک اتمسفری، اثر جاذبه سایر اجرام سماوی، جزر و مد، اثر تشعشعات خورشیدی

۴- روش‌های عددی تعیین مدار ماهواره

انتگرال‌گیری مدار ماهواره، تعیین سریع مدار دینامیکی ماهواره‌ها، تعیین مدار دینامیکی به روش لاگرانژ

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
		۶۰	
		۴۰	

فهرست منابع:

1- Kaula, W.M., 2000. Theory of satellite geodesy: applications of satellites to geodesy. Courier Corporation.

2- Seeber, G., 2003. Satellite geodesy: foundations, methods, and applications. Walter de Gruyter.

3- Brouwer, D. and Clemence, G.M., 2013. Methods of celestial mechanics. Elsevier.
4- Ippolito, L.J. and Ippolito Jr, L.J., 2017. Satellite communications systems engineering: atmospheric effects, satellite link design and system performance. John Wiley & Sons.