



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی

مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس
دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی



گروه فنی و مهندسی

مصوب چهارصد و دوازدهمین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی

مورخ ۱۳۸۰/۲/۲۳

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی



کمیته تخصصی:

گرایش:

کد رشته:

گروه: فنی و مهندسی

رشته: مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی

دوره: کارشناسی ارشد

شورای عالی برنامه‌ریزی در چهارصد و دوازدهمین جلسه مورخ ۱۳۸۰/۲/۲۳ براساس طرح دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی که توسط گروه فنی و مهندسی تهیه شده و به تأیید رسیده است، برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرده، و مقرر می‌دارد:

ماده ۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم‌الاجرا است.

الف: دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اداره می‌شوند.

ب: مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و براساس قوانین، تأسیس می‌شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه‌ریزی می‌باشند.

ج: مؤسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می‌شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲) این برنامه از تاریخ ۱۳۸۰/۲/۲۳ برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می‌شوند لازم‌الاجرا است.

ماده ۳) مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی در سه فصل مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس برای اجرا به معاونت آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ابلاغ می‌شود.

رأی صادره چهارصد و دوازدهمین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی

مورخ ۱۳۸۰/۲/۲۳

در خصوص برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی

(۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.
(۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجرا است

رأی صادره چهارصد و دوازدهمین جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی مورخ ۱۳۸۰/۲/۲۳ در مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی صحیح است، به مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر مصطفی معین

وزیر علوم، تحقیقات و فناوری



دکتر علی‌رضا رهایی

رئیس گروه فنی و مهندسی

رونوشت: به معاونت محترم آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
خواهشمند است به واحدهای مجری ابلاغ فرمایید.

دکتر سید محمد کاظم نائینی

دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی



فهرست مطالب

صفحه	موضوعات
۱ - ۲	برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا
۳	اطلاعات کلی
	فصل اول - مشخصات کلی دوره
۴	تعریف و هدف
۴	ضرورت و اهمیت
۴	نقش و توانایی
۴	طول دوره و شکل نظام
۵	تعداد واحدهای درسی
۵	شرایط پذیرش دانشجوی
۵	آزمون ورودی
۵	دروس جبرانی
	فصل دوم - جداول دروس
۶	جدول دروس عمومی
۶	جدول دروس تخصصی
۶	جدول دروس اختیاری
۶	جدول سمینار، پروژه و رساله
	فصل سوم - سرفصل دروس
۸	طراحی سیستمی ماهواره
۹	دینامیک و کنترل پرواز ماهواره
۹	دینامیک پرواز و کنترل فضاییما
۱۰	طراحی سیستمی ماهواره
۱۱	بالستیک خارجی
۱۲	طراحی ابزارها و سیستمهای ژيروسکوپی
۱۳	مواد سازه‌های فضایی
۱۴	دینامیک گاز پیشرفته
۱۵	پیشرفته‌های فضایی
۱۶	طراحی موتور موشکهای سوخت مایع
۱۷	طراحی موتور موشکهای سوخت جامد
۱۸	کاربرد اطلاعات دورسنجی
۱۹	مکانیک مدار پیشرفته
۲۰	هدایت و کنترل بهینه‌فضا پیماها
۲۱	کنترل غیرخطی مقاوم

اطلاعات کلی

مقدمه:

لزوم برخورداری از یک نظام آموزشی پویا و هماهنگ با اصول پذیرفته شده فرهنگی و اقتصادی به منظور پایه گذاری و گسترش هرگونه فعالیت علمی و صنعتی در جامعه بر هیچکس پوشیده نیست. شیرازه اصلی نظام آموزشی در هر مقطعی را برنامه ریزی آن تشکیل می دهد و کشور جمهوری اسلامی ایران که اخیراً بطور جدی تاسیس و توسعه صنایع فضایی را در دستور کار خود قرار داده، بایستی در فکر تربیت نیروهای انسانی متخصص و هماهنگ با خواسته های صنایع مزبور باشد. متأسفانه جدایی صنعت از دانشگاه و عدم وجود صنعتی زیربنایی در زمینه های فضایی سیستم آموزشی را از داشتن یکی از اصلی ترین حلقه های زنجیر برنامه ریزی آموزشی (حلقه تبیین نیازهای تخصصی صنعت) محروم ساخته و واحدهای آموزش عالی را مجبور به کپی سازی برنامه آموزشی در این زمینه از کشورهای دیگر نموده، که علیرغم تمامی سعی و کوشش خالصانه دست اندرکاران به علت عدم تطابق نیازهای روز صنعتی کشور با مهارتها و اطلاعات کسب شده، فارغ التحصیلان رشته های موجود در گرایش هوافضا از کارائی لازم در صنعت فضایی کشور برخوردار نبوده و نتیجتاً کار به جایی رسیده که صنایع با ناامیدی از دانشگاهها در برخی موارد رأساً اقدام به یافتن راههایی برای آموزش نیروهای متخصص مورد نیاز خود نموده اند.

برای کشور جمهوری اسلامی ایران که در حال برداشتن قدمهای اولیه در زمینه توسعه علوم و صنایع فضایی می باشد، حضور کارشناسان و نیروهای متخصص در تمامی گرایش های مربوطه لازم و گریزناپذیر است. در این بین ایجاد گرایش هایی که نیروهای انسانی را از دیدی جامع تر در علوم و صنایع فضایی برخوردار می سازد در اولویت شماره یک قرار داد. بر این اساس برنامه آموزشی و پژوهشی گرایش مهندسی فضایی در مقطع کارشناسی ارشد رشته هوافضا تهیه و تدوین و برای تربیت متخصصین این شاخه در کشور به اجراء گذارده می شود.



بسم الله الرحمن الرحيم



فصل اول

برنامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - مهندسی فضایی

۱ - تعریف و هدف

دوره مهندسی فضایی دوره‌ای است، علمی - فنی که در سطح کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شده است. در طی این دوره زمینه‌های علمی و فنی جهت تجزیه و تحلیل و طراحی سیستمی ماهواره‌ها و ماهواره‌برها به دانشجویان داده می‌شود. هدف از اجرای این دوره تربیت متخصصانی است که قابلیت تعریف، مدیریت اجراء و نظارت پروژه‌های فضایی و طراحی سیستمی ماهواره‌بر و ماهواره با توجه به نیازها و امکانات داخل کشور را داشته باشند.

۲ - ضرورت و اهمیت

با توجه به توسعه روزافزون فعالیتهای فضایی در سطح دنیا و پیامد آن در فعالیتهای فضایی کشور، نیاز به نیروی انسانی متبحر در سطح عالی در این زمینه کاملاً محسوس است و پروژه‌های ممکن در حال اجرا است و پیش‌بینی می‌شود تعداد این پروژه‌ها در آینده افزایش یابد که نیاز به افراد متخصص و پژوهشگر را مطرح می‌سازد.

۳ - نقش و توانایی

فارغ‌التحصیلان این دوره می‌توانند در طراحی، تحلیل، مدیریت و نظارت بر سیستمهای فضایی فعالیت نمایند و در امور پژوهشی قبول مسئولیت نمایند.

۴ - طول دوره و شکل نظام

طول این دوره مطابق با آیین‌نامه کارشناسی ارشد (بطور متوسط ۲ سال) و نظام آن بصورت نیمسال می‌باشد.

۵ - تعداد واحدهای درسی

تعداد واحدهای درسی جمعاً ۳۲ واحد بشرح ذیل می باشد



دروس عمومی	۶ واحد
دروس تخصصی	۶ واحد
دروس اختیاری	۱۲ واحد
پایان نامه	۶ واحد
سمینار	۲ واحد
جمع	۳۲ واحد

توضیح: دانشجویان سایر گرایشهای هوافضا نیز می توانند دروس اختیاری خود را با نظر استاد راهنما از دروس این گرایش انتخاب نمایند.

۶ - شرایط پذیرش دانشجو:

فارغ التحصیلان دوره کارشناسی در رشته های زیر می توانند در امتحان ورودی دوره کارشناسی ارشد حاضر شرکت نمایند. مهندسی مکانیک (همه گرایش ها)، مهندسی هوافضا (کلیه گرایشها از جمله مهندسی تعمیر و نگهداری)، ریاضیات کاربردی و فیزیک کاربردی

۷ - آزمون ورودی:

- ۱- ریاضیات (معادلات دیفرانسیل و ریاضیات مهندسی)
- ۲- آئرو دینامیک (مکانیک سیالات - آئرو دینامیک و اصول جلوبرندگی)
- ۳- مکانیک پرواز (عملکرد - پایداری و کنترل - طراحی اجسام پرنده)
- ۴- دینامیک (ارتعاشات - کنترل اتوماتیک - دینامیک)
- ۵- سازه های هوایی (استاتیک - مقاومت مصالح - تحلیل سازه ها)
- ۶- زبان (عمومی و تخصصی)
ضرایب دروس ۲ می باشد.

۸ - دروس جبرانی

دروس جبرانی برای هر دانشجو توسط گروه مجری و با توجه به سابقه تحصیلی دانشجو تعیین می شود.

۱- دروس عمومی:

کد	نام درس	تعداد	ساعت		
			واحد	جمع	نظری
۱	ریاضیات پیشرفته	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۲	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۴۸	۴۸	۴۸

۲- دروس تخصصی*:

کد	نام درس	تعداد	ساعت		
			واحد	جمع	نظری
۱	طراحی سیستمی ماهواره	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۲	دینامیک و کنترل پرواز ماهواره	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۳	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۴	طراحی سیستمی ماهواره	۳	۴۸	۴۸	۴۸

* دانشجویان موظفند حداقل دو درس به ارزش ۶ واحد را بگذرانند.

۳- دروس اختیاری*:

کد	نام درس	تعداد	ساعت		
			واحد	جمع	نظری
۱	بالستیک خارجی	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۲	طراحی ابزارها و سیستمهای زیروسکوپی	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۳	مواد سازه‌های فضایی	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۴	دینامیک گاز پیشرفته	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۵	پیشرفته‌های فضایی	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۶	طراحی موتور موشکهای سوخت مایع	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۷	طراحی موتور موشکهای سوخت جامد	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۸	کاربرد اطلاعات دورسنجی	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۹	مکانیک مدار پیشرفته	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۱۰	هدایت و کنترل بهینه فضاپیما	۳	۴۸	۴۸	۴۸
۱۱	کنترل غیرخطی مقاوم	۳	۴۸	۴۸	۴۸

* دانشجویان موظفند چهار درس از دروس اختیاری یا اجباری این گرایش یا سایر گرایشهای هوافضا به تشخیص

استاد راهنما جمعاً به ارزش ۱۲ واحد را بگذرانند.



۴- سمینار، پروژه، رساله:

کد درس	نام درس	تعداد واحد	ساعت در هفته			پیشنیاز یا همزمان
			جمع	نظری	عملی	
۱	سمینار	۲	۳۲	۳۲	-	در سال اول گرفته شود
۲	پروژه کارشناسی ارشد	۶				



طراحی سیستمی ماهواره

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

مفاهیم، تعاریف اصلی و تقسیم بندی انواع حاملهای فضایی، ساختار و زیر سیستمهای ماهواره، معادله عمومی تحلیل حرکت حاملهای فضایی، معادله حرکت مرکز جرم، معادله حرکت بدنه نسبت به مرکز جرم، سیستمهای مختصات، ماتریسهای انتقال، بارهای وارده بر ماهوارهها، اتمسفر استاندارد و مدل تغییرات پارامترهای آن، مفهوم شتاب ظاهری، افتهای سرعت و سرعت نهایی، معادلات حرکت در میدان جاذبه تک قطبی فلوچارت عمومی طراحی ماهوارهها، ویژگیهای طراحی ماهوارهها، پارامترهای طراحی اصلی و انتخاب ترکیب ماهوارهها، معادلات جرمی - انرژی، انتخاب پارامترهای اصلی طراحی و محاسبه خصوصیات وزنی انرژی و حجمی - ابعادی ماهواره، انتخاب بهینه زیر سیستمهای ماهواره، آشنایی و کار با کدهای طراحی بالستیکی ماهوارهها



دینامیک و کنترل پرواز ماهواره

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

مروری بر آبرودینامیک، مسیر حرکت ماهواره‌ها، دینامیک حرکت زاویه‌ای ماهواره، مقدمه‌ای بر روشهای طراحی سیستم کنترل زاویه‌ای، تأثیر ارتعاشات سوخت در باکها و ارتعاشات بدنه در دینامیک زاویه‌ای، تداخل (کوپلینگ) بین کانالهای کنترل، روشهای هدایتی در ماهواره‌ها، مباحث منتخب در هدایت و کنترل ماهواره‌ها.



دینامیک پرواز و کنترل فضاپیما

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات مهندسی پیشرفته

سرفصل: (۴۸ ساعت)

حرکت فضاپیماها تحت نفوذ نیروهای جاذبه، آثرو دینامیک و عکس‌العملی، مسیر و مدارات فضاپیماهای چند مرحله‌ای، مدارهای انتقالی، دینامیک فضاپیماهای صلب و الاستیک، روشهای کنترل حالت شامل تبدیل مومنتم، انتقال جرم، گرادیان جاذبه و راکتهای عکس‌العملی، کاربرد سیستم‌های کنترل فعال برای کنترل بنگ - بنگ، رانشگرهای عکس‌العملی، طراحی مانورهای بهینه از روشهای محاسبه‌ای.



طراحی سیستمی ماهواره

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

آشنایی با ساختار سیستمهای ماهواره‌ای، ماهواره‌های ارتباطی، ماهواره‌های سنجش از دور، ماهواره‌های ناوبری، ماهواره‌های علمی - تحقیقاتی، مروری بر اصول مکانیک پرواز فضایی، طراحی کلی ماهواره‌ها، سیستم‌های هدایت، پایداری و سمت دهی، سیستم‌های تامین انرژی الکتریکی، سیستم‌های کنترل حرارت، سیستم‌های محرکه، سیستم جمع‌آوری و ارسال اطلاعات، تله‌متری، سازه و ترکیب بندی سیستمها در ماهواره‌ها



بالتیک خارجی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات مهندسی پیشرفته

سرفصل: (۴۸ ساعت)

تعریف علم بالتیک و زیر شاخه‌های آن، مدل ریاضی جامع پرواز حاملهای فضایی در بخش فعال مسیر، ویژگیهای نواحی مختلف بخش فعال مسیر حاملهای فضایی، روشهای انتخاب بهینه پارامترهای پرواز در بخش فعال، بالتیک بازگشت به جو، پرواز آزاد در میدان جاذبه مرکزی، آنالیز خطای پرواز.



طراحی ابزارها و سیستمهای ژيروسکوپی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: دینامیک و کنترل پرواز ماهواره

سرفصل: (۴۸ ساعت)

طراحی ژيروسکوپ آزاد (Free Gyro)، طراحی ژيروسکوپ سرعت سنج (Rate Gyro)، طراحی ژيروسکوپ هیدرواستاتیکی (Hydrostatic Gyro)، طراحی صفحات پایدار، طراحی سیستمهای کنترل وضعیت (Attitude Control Systems)، طراحی اجزای ژيروسکوپها.



مواد سازه‌های فضایی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

شرایط بکارگیری و استفاده مواد در سازه‌های فضایی. خواص و معیارهای دسته‌بندی مواد: آلیاژهای فلزی، سوپر آلیاژها، پلیمرها، مواد کمپوزیت، مواد جدید.



دینامیک گاز پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

مروری بر معادلات بقای جرم، انرژی و اندازه حرکت، مفاهیم فیزیکی عدد ماخ، ثابت سرعت λ ، سرعت ماکزیمم و سرعت بحرانی، بررسی توابع گاز دینامیکی، امواج ضربه قائم و مایل، امواج انبساطی، روش مشخصه‌ها، بررسی جریان در نازل‌های همگرا و واگرا، طراحی پروفیل نازل‌های مافوق صوت موشک، بررسی جریان محصولات احتراق در اتاق احتراق موتور موشک، مروری بر آشفستگی و پارامترهای تعیین کننده آن.



پیشراشه‌های فضایی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

متعاقباً اعلام خواهد شد



طراحی موتور موشکهای سوخت مایع

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

آشنایی با انواع موتورهای موشک سوخت مایع، مروری بر مشخصه‌های سوخته‌های مایع موشکی، اصول فیزیکی فرآیندهای کاری در محفظه احتراق، بررسی فرآیند کاری در مولد گاز، بررسی نازل‌های مافوق صوت، مشخصه‌های انژکتورها، اختلاط سوخت و اکسید کننده و صفحه انژکتور، محاسبه پارامترهای اصلی محفظه احتراق و مولد گاز، بررسی سیستم خنک‌کاری موتور و عایق حرارتی، موتورهای موشک سوخت مایع با تزریق توربوپمپ و بدون توربوپمپ، مطالعه پارامترهای سیال عامل در سیستم تزریق و شارژ سوخت و اکسید کننده، مروری بر شیرآلات کنترلی و غیرکنترلی، مشخصه‌های استاتیکی موتور، اطلاعاتی در مورد فرآیندهای دینامیکی موتور، ناپایداری در موتورهای موشک سوخت مایع، ویژگی موتورهای موشک سوخت مایع با تراست پایین.



طراحی موتور موشکهای سوخت جامد

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

آشنایی کلی با موتور موشکهای سوخت جامد، انتخاب پارامترهای اصلی موتور موشک، بررسی گاز دینامیکی فرآیندهای کار موتور، محاسبات بالستیک داخلی موتور، آنالیز جرمی موتور، معادلات حاکم و روشهای تقریبی حل، جریان دوفازی داخل نازل، معادلات حاکم بر محصولات احتراق جریان دوفازی در نازل، روشهای حل معادلات جریان، روشهای طراحی پروفیل نازلهای مافوق صوت همگرا و واگرا، بررسی فرآیندهای متغیر با زمان در موتور موشک سوخت جامد.



کاربرد اطلاعات دورسنجی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

جمع آوری داده برای علوم زمینی و اقیانوس شناسی، ارتفاع سنجی با ماهواره، پراش سنجی راديومتری و استفاده از شعاع لیزری برای مطالعات دینامیک زمین و استخراج رویه اقیانوس و بازسازی تصویر، روشهای تحلیل داده‌ها برای مطالعه حرکت صفحات تکتونیک چرخش زمین و فعالیتهای موضعی زمین.



مکانیک مدار پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری - عملی

پیشنیاز: ندارد

سرفصل: (۴۸ ساعت)

مدل میدان جاذبه، توپولوژی مسئله دو جسم، تعیین مدار در فضای سه بعدی، انجام مانورها در میدان جاذبه مرکزی، مسئله سه جسم در کاوشگرهای فضایی سفر به ماه و سایر سیارات، حرکت ماهواره تحت اثر اغتشاشات شامل: ناکره بودن زمین، بادهای خورشیدی، گردش سیاره‌های بیرونی، میدانهای مغناطیسی و نیروی پسای ذرات بین سیاره‌ای، آشنایی با کدهای طراحی مدار ماهواره‌ها.



هدایت و کنترل بهینه فضاپیما

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات مهندسی پیشرفته

سرفصل: (۴۸ ساعت)

هدایت بهینه سفینه‌های فضایی با وجود عدم قطعیت در معادلات حرکت، استفاده از روشهای کنترل بهینه در دو شکل پیوسته و گسسته، اثبات بهینه بودن پاسخ مسائل کنترل بهینه با زمان آغازین و پایانی آزاد و وجود کنترل ناپیوسته، مسائل شامل پارامترهای در مدل، قید در کنترل و متغیرهای فضای حالت، کاربرد وردش دوم در بدست آوردن قوانین هدایت بهینه همسایه.



کنترل غیرخطی مقاوم

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات مهندسی پیشرفته

سرفصل: (۴۸ ساعت)

روشهای تحلیل و سنتز کنترل کننده‌های مقاوم با کاربرد در خلبان خودکار موشک، موتورهای جت هواپیما و ماهواره‌های مشاهده کننده زمین.

