



سازمان فضایی ایران
پروژه سگده مهندسی

مقدمه‌ای بر آکوستیک زیر آب و فناوری سونار

مسعود بهادری

تابستان ۱۳۹۲

سرشناسه : بهادری، مسعود، ۱۳۴۸ -
 عنوان و نام پدیدآور : مقدمه‌ای بر آکوستیک زیر آب و فناوری سونار/ مسعود بهادری؛
 [برای] سازمان فضایی ایران، پژوهشکده مهندسی.
 مشخصات نشر : تهران: ناقوس، ۱۳۹۲.
 مشخصات ظاهری : ۲۶۳ ص.
 شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۷۷-۶۱۵-۲ : بها: ۱۳۰۰۰۰ ریال
 وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا
 موضوع : صوت‌شناسی زیر آب
 موضوع : سونار
 شناسه افزوده : سازمان فضایی ایران، پژوهشکده مهندسی
 رده بندی کنگره : QC۲۲۲/۲:۹م۷ ۱۳۹۲
 رده بندی دیویی : ۶۲۰/۲۵
 شماره کتابشناسی ملی : ۳۱۳۹۰۹۸



سازمان فضایی ایران
 پژوهشکده مهندسی

نام کتاب : مقدمه‌ای بر آکوستیک زیر آب و فناوری سونار
 ناشر : انتشارات ناقوس
 تألیف : مسعود بهادری
 چاپ اول : ۱۳۹۲
 تیراژ : ۵۰۰ جلد
 لیتوگرافی : گنج‌شایگان
 چاپ و صحافی : گنج‌شایگان
 قیمت : ۱۳۰۰۰۰ ریال
 شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۳۷۷-۶۱۵-۲
 ISBN : 978-964-377-615-2

(حق چاپ مجدد و حقوق اثر برای پژوهشکده مهندسی سازمان فضایی ایران محفوظ است)

مراکز پخش:

انتشارات ناقوس: میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، خیابان روانمهر، کوچه دولتشاهی، پلاک ۲

تلفن و فاکس: ۶۶۴۰۸۵۲۰ - ۶۶۴۰۱۷۹۸ - ۶۶۴۱۷۰۷۲ - ۶۶۴۶۶۷۹۳

موافقت اولیه با انتشار این کتاب در جلسه مورخ ۸۹/۱۲/۲۱ شورای انتشارات پژوهشکده مهندسی صورت گرفت. موافقت نهایی شورا پس از کسب نظر داوری و ویرایش کتاب در تاریخ ۹۱/۱۲/۲۲ به معاونت پژوهشی ابلاغ شد.

اعضا شورای انتشارات پژوهشکده مهندسی در مراحل دریافت، بررسی و تایید نهایی چاپ کتاب به ترتیب حروف الفبا عبارتند از:

آقای دکتر رحیم احسانی

آقای دکتر هادی امیری

خانم فاطمه تصویری

آقای مهندس فرزاد تیمناک

آقای دکتر محمدرضا جهاننما

آقای دکتر سعید شاخصی

آقای دکتر حامد صالحی

آقای دکتر محمود کمره‌ای

آقای مهندس مرتضی کوشا

داوری علمی این اثر توسط اساتید ارجمند زیر انجام شده است:

آقای دکتر هادی امیری عضو پژوهشکده سامانه‌های حمل و نقل فضایی

آقای دکتر محمود کریمی عضو هیات علمی دانشگاه شیراز

آقای دکتر محمود کمره‌ای عضو هیات علمی دانشگاه تهران

إِلَيْهِ يَصْعَدُ الْكَلِمُ الطَّيِّبُ وَالْعَمَلُ الصَّالِحُ يَرْفَعُهُ

این اثر را متواضعانه تقدیم می‌کنم به:

پدر و مادر بزرگوارم،

همسر عزیزم،

فرزندان دلبندم: محمدصادق و محمدصابر

و همه‌ی عزیزانی که مشوق من در تهیه‌ی این اثر بوده‌اند.

و با امید به مفید و قابل استفاده بودن آن

قدردانی

در تهیه‌ی این کتاب، علاوه بر مراجع معرفی‌شده، از راهنمایی و مشاوره‌ی جمعی از همکاران و دوستان استفاده برده‌ام که جا دارد از این عزیزان قدردانی کنم. به همین منظور ضمن ذکر نام ایشان، فصلی از کتاب را نیز که در تهیه آن از کمک ایشان بهره گرفته‌ام، مشخص کرده‌ام:

آقای دکتر محمود کریمی و آقای مهندس چهاردولی (فصل ۵)

آقای مهندس هادی آتش‌خویی و خانم مهندس اسفندیاری (بخش ۳-۴)

آقایان رضا آتش‌خویی، زینبائی و هادی حکیمی‌پور (فصل‌های ۲ و ۳)

خانم مرضیه رجب‌پور (بخش ۳-۴)

آقای مهندس الماس کاوه (بخش ۴-۴)

هم‌چنین قدردانی ویژه خود را از جناب آقای دکتر هادی امیری که ارزیابی تکمیلی و ارائه برخی راهنمایی‌ها جهت اصلاح این اثر را تقبل نموده‌اند، ابراز می‌نمایم.

پیش گفتار

با توجه به پیشرفت روزافزون فناوری سونار و گسترش کاربردهای آن در دنیا و از جمله کشور عزیزمان، نیاز به متون آموزشی این رشته به شدت احساس می گردد. البته در این راستا کتاب های متعددی با محتوای مبانی علمی و آخرین یافته ها در زمینه های تخصصی مرتبط و از جمله مبدل ها، پردازش سیگنال و انتشار موج صوتی منتشر شده است. با این حال تمامی فعالان این عرصه - مدیران، محققان، کاربران و کارشناسان تأمین و نگهداری - صرف نظر از نقش تخصصی محوله به ایشان، نیازمند درک جامعی از مفاهیم و ادبیات پایه، متغیرها و معادلات سیستمی و مشخصات زیر سامانه ها و زیر فناوری های مرتبط با سونار هستند. این گروه اطلاعات را معمولاً در کتاب های فوق نمی توان یافت و از این رو، تألیف کتابی به زبان فارسی که با بیانی ساده و با کمترین پیچیدگی علمی، تصویری جامع از معادلات سیستمی و مشخصات و پیچیدگی های زیر سامانه های انواع سونارها را در اختیار خوانندگان بگذارد، انگیزه ی اصلی تألیف این کتاب بوده است.

عمده ی مطالب این کتاب که حاصل چند دوره تدریس برای دانشجویان دوره ی کارشناسی است، با بهره گیری از آخرین اطلاعات منتشره در دیگر منابع و هم چنین تجارب پروژه های پژوهشی نویسنده تهیه شده و سپس مثال ها و تمرین های لازم نیز به آن افزوده شده است. البته در برخی موارد با توجه به کفایت اطلاعات منتشره در دیگر کتاب ها، به ترجمه این کتاب ها اکتفا شده است. مطالب بخش ۳-۴ (منابع نوین در شناور) از این دست و عمدتاً ترجمه ی بخش هایی از کتاب مشهور **یوریک** است.

فهرست مندرجات

عنوان	شماره صفحه
۱ مقدمه	۱
۱-۱ تعریف سونار	۱
۲-۱ کاربردهای سونار	۲
۳-۱ امتیازات و ویژگی‌های استفاده از صوت در زیر آب	۶
۴-۱ علوم مرتبط	۸
۵-۱ تاریخچه	۸
۶-۱ ویژگی‌های دریاهای پیرامونی کشور ما	۱۰
۲ آکوستیک در زیر آب	۱۳
۱-۲ معرفی مفاهیم و متغیرهای مهم	۱۳
۲-۲ پدیده‌های موثر در انتشار امواج صوت در دریا	۱۹
۱-۲-۲ تغییر سرعت انتشار موج	۲۰
۲-۲-۲ شکست موج	۲۱
۳-۲-۲ جذب	۲۴
۴-۲-۲ تفرق و طنین	۲۶
۵-۲-۲ ویژگی‌های غیر خطی محیط انتشار صوت	۳۰
۶-۲-۲ پدیده‌ی داپلر	۳۳

۳۴	۲-۳ انتشار موج در دریا
۴۱	۲-۴ مدل سازی انتشار موج
۴۷	۳ منابع صوت در زیر آب
۴۷	۳-۱ نویز و سیگنال
۴۹	۳-۲ تعاریف و مفاهیم
۴۹	۳-۲-۱ سطح منبع
۵۰	۳-۲-۲ الگوی پرتو
۵۲	۳-۲-۳ اندیس جهت بندی
۵۳	۳-۲-۴ حساسیت تشعشعی
۵۴	۳-۲-۵ سطح طیف
۵۶	۳-۲-۶ هم بستگی فضایی
۵۸	۳-۲-۷ میدان نزدیک و میدان دور
۶۰	۳-۲-۸ رفتار غیر خطی در فرستنده
۶۱	۳-۳ منابع نویزهای طبیعی
۶۶	۳-۴ منابع نویز در شناور
۶۸	۳-۴-۱ نویز ماشین آلات
۷۰	۳-۴-۲ نویزهای پروانه
۷۴	۳-۴-۳ نویز هیدرودینامیکی
۷۷	۳-۵ توان نویز و سطوح طیفی
۸۹	۴ گیرنده و فرستنده سونار

۴-۲ معرفی زیرسامانه‌های فرستنده و گیرنده

۴-۳ آرایه ترانسدیوسر

۴-۳-۱ مبدل الکتروآکوستیک

۴-۳-۲ حساسیت

۴-۳-۳ آرایش‌های آرایه و سازه‌های پوشش و استقرار

۴-۳-۴ حساسه‌های پیشرفته

۴-۴ مدارات الکترونیکی و التریکی

۴-۴-۱ کارکردها و مشخصات

۴-۴-۲ متغیرهای اصلی

۴-۵ مبدل علائم پیوسته به گسسته

۴-۵-۱ تعیین تعداد بیت و برآورد نویز کوانتیزاسیون

۴-۵-۲ ملاحظات مهم در طراحی مبدل

۴-۶ سخت‌افزارهای پردازش و نمایش

۴-۶-۱ پیاده‌سازی سخت‌افزاری شکل‌دهی پرتو

۴-۶-۲ سامانه نمایش و ارتباط با کاربر

۵ پردازش علایم سونار

۵-۱ مروری بر مفاهیم و روابط

۵-۲ شکل‌دهی پرتو

۵-۲-۱ معرفی

۵-۲-۲ پارامترهای مهم

۱۳۶	۳-۲-۵ الگوریتم معمولی با اعمال پنجره
۱۴۰	۴-۲-۵ شکل دهنده پرتو وابسته به سیگنال
۱۴۱	۵-۲-۵ روش های پیاده سازی
۱۴۱	۳-۵ جهت یابی
۱۴۶	۴-۵ تخمین چگالی طیف توان
۱۵۰	۵-۵ آشکارسازی
۱۵۵	۶-۵ مکان یابی
۱۵۹	۷-۵ ردیابی
۱۶۱	۸-۵ کالیبراسیون میدانی
۱۶۳	۹-۵ ابزارهای ارائه نتایج به کاربر
۱۶۷	۱۰-۵ بلوک دیگرام و فلوچارت
۱۷۱	۶ معادلات سونار و طراحی سامانه سوناری
۱۷۲	۱-۶ معادله سونار غیرفعال
۱۷۳	۲-۶ معادله سونار فعال
۱۷۷	۳-۶ شدت هدف برخی احجام
۱۷۹	۴-۶ انتخاب آرایش آرایه
۱۸۳	۵-۶ تعیین فرکانس پردازشی

۷ معرفی برخی سامانه‌های سوناری

۷-۱ سونارهای ساکن

۷-۱-۱ سونار کت خراب

۷-۱-۲ آرایه عمودی (فاصله یاب غیرفعال)

۷-۱-۳ سونار نويز محیطی

۷-۱-۴ سونوبوی (سونار برتاب شونده)

۷-۲ سونارهای شناور

۷-۲-۱ آرایه یدک شونده

۷-۲-۲ سونارهای آرایه کروی و استوانه‌ای

۷-۳ سونار هلی کوپتر

۷-۴ سونار اژدر

۷-۵ سامانه‌های مکان‌یابی صوتی

۸ اندازه‌گیری

۸-۱ شرایط محیطی

۸-۲ کالیبراسیون آزمایشگاهی هیدروفن

۸-۳ اندازه‌گیری‌های میدانی

۸-۳-۱ اندازه‌گیری نويز تشعشی در میدان دور

۸-۳-۲ آزمایش‌های اندازه‌گیری نويز خودی

۲۳۹

۹ مراجع

۲۴۱

۱۰ پیوست‌ها

۲۴۱

۱۰-۱ تبدیل واحدهای مورد استفاده در این کتاب

۲۴۲

۱۰-۲ واژه‌نامه

www.ketab.ir