

Комитет по образованию Санкт-Петербурга
Государственное бюджетное негосударственное образовательное учреждение
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»
Северо-Западная межрегиональная общественная организация
Федерации космонавтики России
Балтийский государственный технический университет «Военмех» им.Д.Ф.Устинова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

**МАТЕРИАЛЫ
XXII ОТКРЫТОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**
учащихся, студентов и аспирантов

22-23 апреля 2024 года

Комитет по образованию Санкт-Петербурга
Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»
Северо-Западная межрегиональная общественная организация
Федерации космонавтики России
Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф.Устинова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

**МАТЕРИАЛЫ
XXII ОТКРЫТОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**
учащихся, студентов и аспирантов

22-23 апреля 2024 года

Санкт-Петербург
2024

Информационные технологии в области науки и техники:
материалы XXII Открытой научно-практической конференции
учащихся, студентов и аспирантов. ГБНОУ «СПБ ГДТЮ». – СПб.,
2024. – 72 с.

Публикуемые материалы представляют собой статьи и доклады, представленные на XXII Открытой научно-практической конференции учащихся, студентов и аспирантов «Информационные технологии в области науки и техники», которая прошла 22-23 апреля 2024 года в Юношеском клубе космонавтики им. Г.С. Титова Государственного бюджетного нетипового образовательного учреждения «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных».

© ГБНОУ СПБ ГДТЮ,
ЮКК, 2024

Тираж 50 экз.

Организационный комитет XXII открытой научно-практической конференции

- А.И. Тарасов к.т.н., доцент БГТУ «Военмех» им. Д.Ф.Устинова,
председатель попечительского совета
фонда «Апрель12»,
председатель оргкомитета конференции
- В.Ф. Жуковский к.т.н., заведующий сектором ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»,
научный руководитель
Юношеского клуба космонавтики им. Г.С.Титова
- И.Я. Жуковская заведующий лабораторией ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»,
куратор конференции
- А.Ю. Ронкина руководитель
Юношеского клуба космонавтики им. Г.С.Титова
ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»

Предисловие

Открытая научно-практическая конференция учащихся, студентов и аспирантов «Информационные технологии в области науки и техники» проводится на базе Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных с 2003 года.

Тематика докладов XXII Открытой научно-практической конференции «Информационные технологии в области науки и техники» традиционно очень широка. Она охватывает круг вопросов от расчёта панельно-стержневых конструкций космических аппаратов и разработки модели РЛС высокого разрешения для сверхмалого БПЛА до вопросов создания генеративного дизайна при определении местоположения станций метрополитена и управления процессом получения твердых сплавов.

Большинство представленных работ отражает специфику факультетов Ракетно-космической техники «А» и Информационных и управляющих систем «И» БГТУ «Военмех» им. Д.Ф.Устинова и посвящены вопросам информационных технологий в области радиоэлектронных систем управления летательными аппаратами, разработки систем обработки информации. Интересная тематика докладов представлена студентами таких вузов Санкт-Петербурга, как Горный университет имени императрицы Екатерины II, Государственный технологический институт (технический университет), Государственный педиатрический медицинский университет, Государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).

Все доклады школьников связаны с информационными технологиями и фактически отражают текущее состояние работ над проектами Юношеского клуба космонавтики им. Г.С.Титова.

За два дня работы конференции были заслушаны 20 докладов. Из них 1 доклад аспиранта, 17 докладов студентов старших курсов и магистрантов, 2 доклада школьников. В конференции приняли участие 10 выпускников и членов Юношеского клуба космонавтики.

Хочется поблагодарить научных руководителей за подготовку интересных докладов.

В.Ф.Жуковский,

*к.т.н., научный руководитель
Юношеского клуба космонавтики
им. Г.С. Титова*

Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова

К.А. Бурковецкий	к.т.н., доцент кафедры А1 «Ракетостроение», научный руководитель
Ю.В. Петров	к.т.н., доцент кафедры И4 «Радиоэлектронные системы управления», научный руководитель
В.А. Сеницын	к.т.н., доцент кафедры И4 «Радиоэлектронные системы управления», научный руководитель
А.М. Федоров	старший преподаватель кафедры А1 «Ракетостроение», заместитель декана факультета А «Ракетно-космической техники», научный руководитель
М.В. Васьковский	студент 5 курса, кафедра И4 «Радиоэлектронные системы управления»
М.С. Григорьев	студент 4 курса, кафедра А3 «Космические аппараты и двигатели», выпускник Юношеского клуба космонавтики им.Г.С.Титова
Д.В. Гуков	студент 5 курса, кафедра И4 «Радиоэлектронные системы управления»
А.Э. Гуськов	студент 5 курса, кафедра И4 «Радиоэлектронные системы управления»
М. Жеребчиков	студент 5 курса, кафедра И4 «Радиоэлектронные системы управления»
А. Казанцева	студентка 5 курса, кафедра И4 «Радиоэлектронные системы управления»а
М.А. Купоров	студент 4 курса, кафедра А1 «Ракетостроение», выпускник Юношеского клуба космонавтики им.Г.С.Титова

- И.А. Макеев аспирант 1 года обучения, кафедра И4
«Радиоэлектронные системы управления»
- С. Островершенко студент 5 курса, кафедра И4 «Радиоэлектронные
системы управления»
- А.А. Петухова студентка 4 курса, кафедра И4 «Радиоэлектронные
системы управления»
- М.Д. Суров студент 3 курса, кафедра А1 «Ракетостроение»,
выпускник Юношеского клуба космонавтики
им.Г.С.Титова
- М.М. Товкало студент 5 курса, кафедра А1 «Ракетостроение»,
выпускник Юношеского клуба космонавтики
им.Г.С.Титова

Васьковский М.В. Модель линейного усилителя программно настраиваемого радиоприемника РЛС

Научный руководитель: Петров Ю.В.

В данной работе рассмотрен усилитель, который используется в программно настраиваемом радиоприемнике РЛС AD9361 на БПЛА самолетного типа.

Задача усилителей – увеличения параметра сигнала (мощность, напряжение), подаваемого на вход усилителя.

Все усилители можно классифицировать по следующим признакам:

1. по частоте усиливаемого сигнала (УНЧ, широкополосные, избирательные);
2. по роду усиливаемого сигнала (УПТ, усилитель переменного тока);
3. по функциональному назначению (усилители напряжения, тока, мощности).

Принцип работы усилителей напряжения, постоянного тока и мощности основан на использовании активных элементов, таких как полевые транзисторы, операционные усилители, которые могут быть в составе интегральной схемы.

В данной работе рассмотрен усилитель по напряжению. Основным количественным параметром усилителя является коэффициент усиления.

Модель идеального линейного усилителя описывается следующей формулой:

$$U_{\text{вых}}(t) = K_{\text{ус}} \cdot U_{\text{вх}}(t),$$

где $K_{\text{ус}}$ — коэффициент усиления по напряжению усилителя.

Однако в реальных проектируемых усилителях есть ограничения и проблемы:

1. нелинейность;
2. инерционность;
3. внутренние шумы.

Эти факторы должны быть отражены в модели усилителя.

1. Нелинейность – отличие $U_{\text{вых}}(U_{\text{вх}})$ от прямой;
2. Инерционность – это время запаздывания в передаче управляющего сигнала при работе устройств в переходных режимах;
3. Внутренние шумы – на выходе усилителя наряду с напряжением сигнала действует некоторое небольшое напряжение собственных помех усилителя, величину которого можно определить при отсутствии полезного сигнала на входе усилителя.

Рассмотрена нелинейность второго порядка. Она создается добавлением квадратного члена в уравнение линейного усилителя.

$$U_{\text{вых}}(t) = K_1 \cdot U_{\text{вх}}(t) + K_2 \cdot U_{\text{вх}}^2(t),$$

где K_1, K_2 — коэффициенты усиления по напряжению усилителя.

Для определения коэффициентов использовался метод точки пересечения. Точка пересечения — это точка, в которой линейная экстраполяция гармонической составляющей пересекается с линейной экстраполяцией основной составляющей.

Инерционность обусловлена ограниченной полосой пропускания в частотной области. Вызывает сдвиг по времени: $U_{\text{вых}}(t) = K_{\text{ус}} \cdot U_{\text{вх}}(t - \tau_{\text{зад}})$.

Шумы. Они себя включают шумы от полупроводниковых приборов, зависят от температуры среды и самого прибора, тепловой шум, температура, коэффициент шума ...

$$U_{\text{вых}}(t) = K_{\text{ус}} \cdot U_{\text{вх}}(t) + U_{\text{ш}}(t).$$

Таким образом, предложена модель, учитывающая данные факторы, в следующем виде:

$$U_{\text{вых}}(t) = K_1 \cdot U_{\text{вх}}(t - \tau_{\text{зад}}) + K_2 \cdot U_{\text{вх}}^2(t - \tau_{\text{зад}}) + U_{\text{ш}}(t).$$

При моделировании параметры взяты из описания (datasheet) ИС AD9361:

1. $K_1 = 70$ дБ;
2. Значение точки пересечения 44дБ.

Вывод

Благодаря моделированию усилителя, есть возможность подобрать и исследовать такие параметры усилителя, которые бы минимизировали шумы в некотором диапазоне частот и отвечали требованиям по усилению, заданном в техническом задании.

Список литературы:

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Том 2. – Мир, 1986, 588с;
2. AD9361 Datasheet (PDF) - Analog Devices (Электронный ресурс), URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1385978/AD/AD9361.html> (дата обращения 15.04.2024).

Григорьев М.С. Расчёт панельно-стержневых конструкций космических аппаратов в программе Ansys

Данная работа рассматривает возможность моделирования конструкций космических аппаратов с использованием пакета конечно-элементного моделирования ANSYS Workbench. В рамках расчёта необходимо подобрать толщину несущих слоев панелей панельно-стержневого отсека КА таким образом, чтобы частота собственных колебаний конструкции отсека первого тона была в диапазоне $15 \div 20$ Гц. После подбора нужных параметров, необходимо проводить проверочный расчет конструкции панельно-стержневого отсека на прочность и устойчивость.

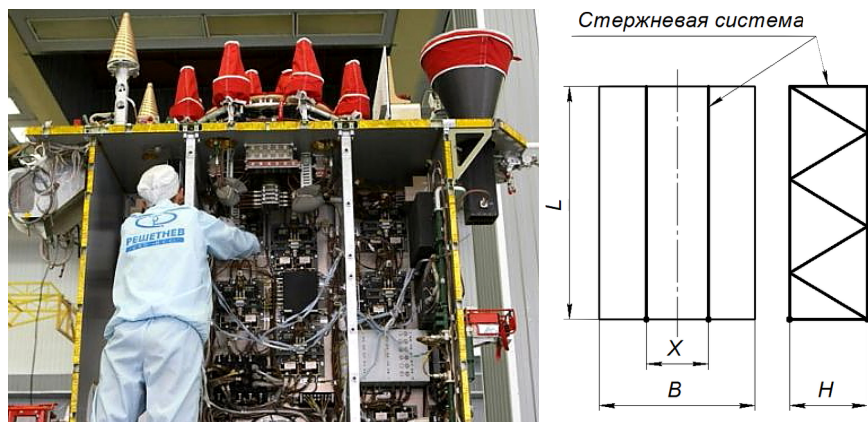


Рис. 1 – Панельно-стержневой отсек КА «Глонасс-К» (фото и схема)

Исходные данные и свойства материалов приведены в Таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Исходные данные

Длина отсека L , м	2
Ширина отсека B , м	1,5
Расстояние между стержневыми конструкциями X , м	$0,4B$
Поверхностная плотность навесного оборудования, $\text{кг}/\text{м}^2$	200
Поперечное сечение стержней, мм	30×30
Толщина стенки, мм	1
Толщина трехслойной панели, мм	40
Толщина несущего слоя, мм	0,5
Продольная перегрузка	3,5
Поперечная перегрузка	1,5

Таблица 2 – Свойства материалов

Модуль упругости	$7,1 \cdot 10^{10}$ Па
Коэффициент Пуассона	0,33
Плотность	2770 кг/м ³
Предел текучести	$2,8 \cdot 10^8$ Па
Предел прочности	$3,1 \cdot 10^8$ Па
Свойство	Honeycomb
Модуль упругости X	$1 \cdot 10^6$ Па
Модуль упругости Y	$1 \cdot 10^6$ Па
Модуль упругости Z	$255 \cdot 10^6$ Па
Коэффициент Пуассона XY	0,49
Коэффициент Пуассона YZ	0,001
Коэффициент Пуассона XZ	0,001

Расчёт

Сам расчёт в ANSYS Workbench представляет собой рабочую область с 3 модулями: Modal - расчет частот собственных колебаний, Static Structural - расчет на прочность и Eigenvalue Buckling - расчет на устойчивость.

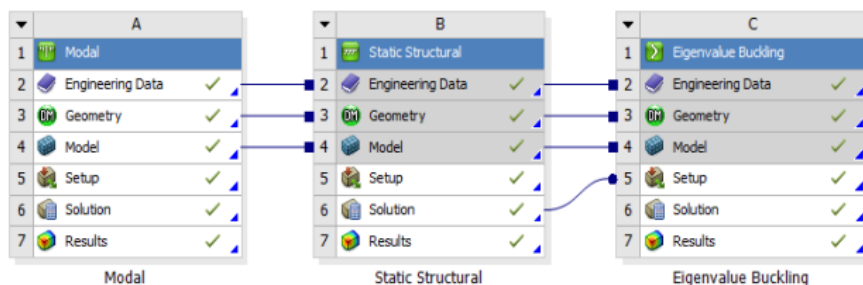


Рис. 2 - Схема проекта для расчета НДС и частот собственных колебаний панельно-стержневого отсека

Именно в этих модулях задаются все необходимые элементы для расчёта, а именно: материалы, профили стержней и строение плит, а также нагрузки и крепления объектов модели. После задания всех необходимых данных, запускается расчёт, сначала первичный, затем, при достижении необ-

ходимых значений частоты конструкции, запускаются расчёты на прочность и устойчивость, для проверки полученной конструкции.

Результаты

Было проведено несколько исследований с разными толщинами несущих слоёв сотовых панелей:

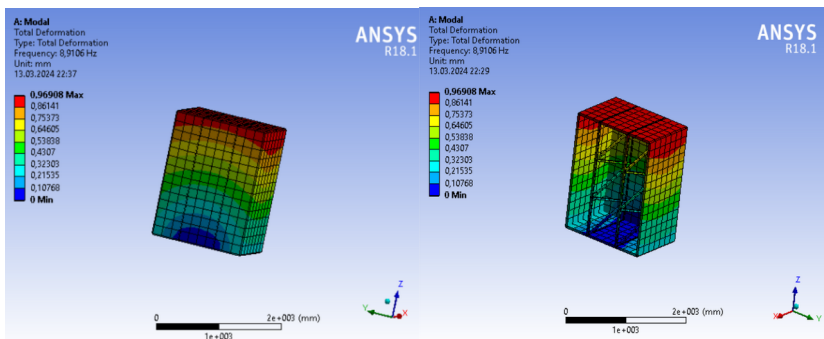


Рис. 3 – Конструкция 1. Исходные значения (Толщина несущих слоёв – 0,5 мм)

При конструкции с толщинами слоёв, указанными в исходных данных, частота собственных колебаний конструкции отсека первого тона не попадала в требуемый диапазон ($15 \div 20$ Гц).

При применении следующих параметров: Толщина несущего слоя – 2 мм, толщина сотового наполнителя – 36 мм, частота собственных колебаний конструкции отсека первого тона попадает в необходимый диапазон и равна 15,832 Гц.

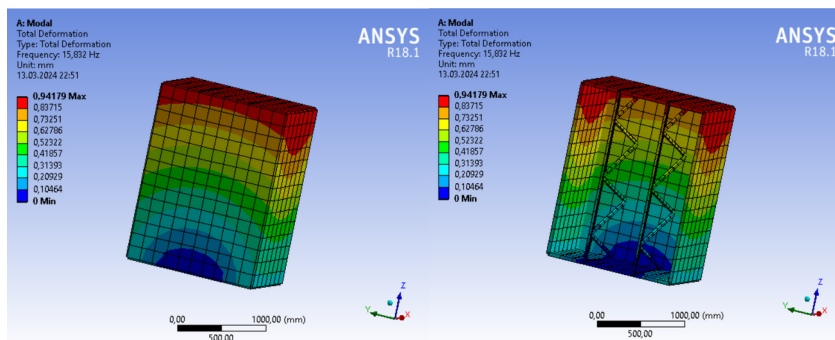


Рис. 4 – Конструкция 2 (Толщина несущих слоёв – 2 мм)

Далее представлены проверочные расчеты конструкции панельно-стержневого отсека на прочность и устойчивость:

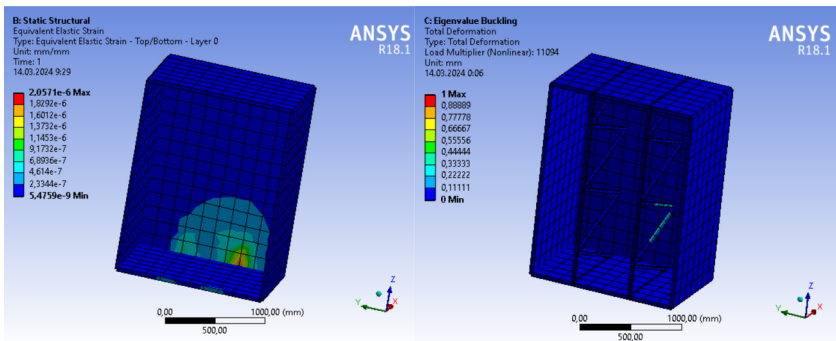


Рис. 5 – распределение напряжений и форма потери устойчивости в конструкции

Выводы

В ходе работы была рассмотрена конструкция панельно-стержневого отсека КА «Глонасс-К». С использованием пакета конечно-элементного моделирования ANSYS Workbench была подобрана толщина несущих слоев панелей, чтобы частота собственных колебаний конструкции отсека первого тона была в диапазоне $15 \div 20$ Гц. Из исследования было получено, что для необходимого результата было необходимо изменить толщину несущих алюминиевых слоёв с исходных 0,5 мм до 2 мм. Далее были проведены проверочные расчеты конструкции панельно-стержневого отсека на прочность и устойчивость. Полученная масса панелей составила 181,48 кг.

Список литературы:

1. Строительная механика конструкций космической техники: учебник для студентов вузов / Усюкин В.И. – М., Машиностроение, 1988.
2. Евстафьев, В. А. Конструирование космических аппаратов: учебное пособие. Ч. 1 / В. А. Евстафьев; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. СПб., 2018. 98 с.
3. Евстафьев, В. А. Конструирование космических аппаратов [Электронный ресурс] / В. А. Евстафьев; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. СПб., 2013.
4. Бруйка В.А. и др. Инженерный анализ в ANSYS WORKBENCH. Часть 1. Учебное пособие. Самара, 2010. URL:<http://ftp.n.pstu.ru/assets/ansys-workbench.pdf> (Дата обращения 19.04.2024).

Гуков Д.В. Модель усилителя мощности

Научный руководитель: Петров Ю.В.

Усилитель мощности – устройство, которое усиливает электрическую мощность сигнала, сохраняя его форму.

Важнейшим параметром усилителя является коэффициент усиления, определяемый отношением мощности выходного сигнала к мощности сигнала на входе. Принцип работы усилителя мощности основан на использовании в цепи активных элементов, таких как транзисторы. Для работы устройства необходим источник питания, в качестве которого используют стабильный источник энергии постоянного тока. Мощность этого источника питания как раз и применяется для усиления сигнала на входе устройства.

В проектируемой модели усилитель мощности использован для усиления сигнала от передатчика к антенне.

Как было упомянуто выше, выходная мощность сигнала определяется мощностью входного сигнала и коэффициентом усиления. На практике же есть ряд факторов, влияющих на работу устройства, которые необходимо учитывать. Среди них:

1. Нелинейность;
2. Инерционность;
3. Шумы.

Нелинейные искажения вызывают нарушение линейности зависимости выходного напряжения от входного. Так после определённого уровня мощности входного сигнала падает его усиление на выходе. Это также приводит к искажению формы сигнала.

Для определения характеристики нелинейности усилителя могут использоваться точки пересечения интермодуляции второго и третьего порядков (рисунок 1). Выходная мощность сигнала с учётом нелинейности третьего порядка [1]

$$P_{\text{вых}}(t) = K_1 \cdot P_{\text{вх}}(t) + K_3 \cdot P_{\text{вх}}^3(t),$$

где K_1 и K_3 – коэффициенты усиления по мощности.

Из описания моделируемого усилителя были взяты параметры:

$K_1 = 50$ дБ, ОПЗ (точка пересечения интермодуляции третьего порядка по выходу) = 52 дБм = 22 дБ.

В логарифмическом масштабе для определения коэффициента K_3 применяются формулы:

$$P_{\text{вых}1} = (K_1 + P_{\text{вх}}) \text{ дБ}; P_{\text{вых}2} = (K_3 + 3P_{\text{вх}}) \text{ дБ}.$$

Отсюда $P_{\text{вх}} = -28$ дБ, а далее $K_3 = 106$ дБ. График зависимостей $P_{\text{вых}1}$ и $P_{\text{вых}2}$ от $P_{\text{вх}}$ показаны на рисунке 2.

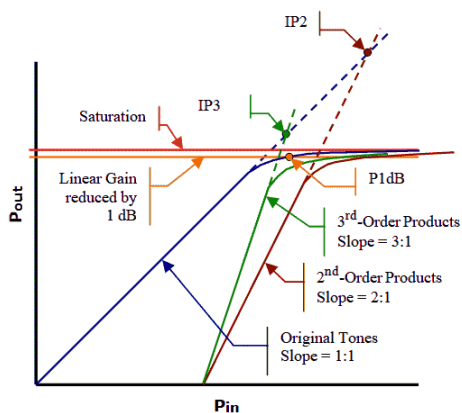


Рисунок 1 – Характеристика нелинейности

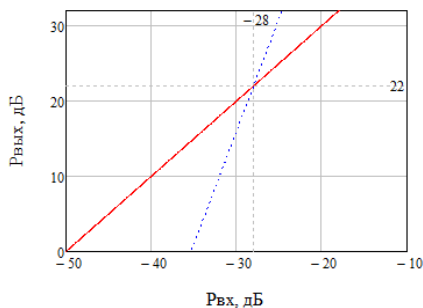


Рисунок 2 – Зависимость выходной мощности от входной

Инерционность вызвана ограниченностью полосы пропускания усилителя и приводит к смещению сигнала по времени. На рисунке 3 показаны типичные АЧХ и ФЧХ усилителя [2].

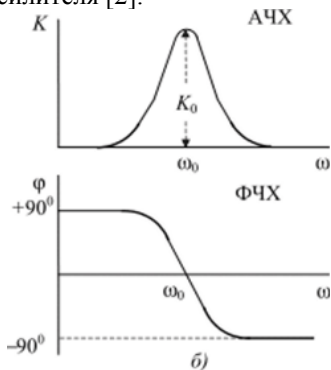


Рисунок 3 – Типичные АЧХ и ФЧХ усилителя

В качестве шумовой характеристики усилителя можно использовать коэффициент шума, который показывает, во сколько раз уменьшается отношение сигнал/шум на выходе по сравнению с входным отношением.

$$K_{ш} = \frac{P_{вх_с} / P_{вх_ш}}{(K \cdot P_{вх_с}) / (K \cdot P_{вх_ш} + P_{ш_у})}$$

где

$P_{вх_с}$ – мощность сигнала на входе,

$P_{вх_ш}$ – мощность шума на входе,

K – коэффициент усиления по мощности,

$P_{ш_у}$ – мощность шума усилителя.

Преобразуя данную формулу, можно получить мощность шума усилителя:

$$P_{ш_у} = (K_{ш} - 1) \cdot K \cdot P_{вх_ш}$$

Модель проектируется в системе Mathcad. Основные формулы и графики показаны на рисунке 4.

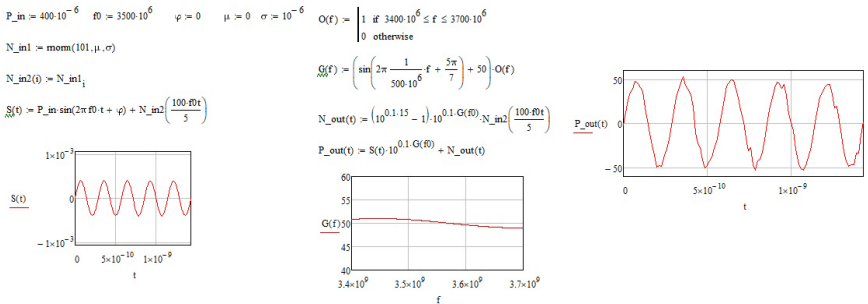


Рисунок 4 – Моделирование усилителя мощности

Модель учитывает амплитудно-частотные и шумовые характеристики усилителя мощности. На основе данных о коэффициенте усиления и точке пересечения интермодуляции третьего порядка был рассчитан коэффициент КЗ, который будет использован в модели для учёта нелинейности. Также идёт работа над способом учёта в модели характеристики инерционности.

Список литературы:

1. Поляков А. Е., Стрыгин Л. В. Методика измерения IP2 и IP3 двух-тонового сигнала. – Московский физико-технический институт. – 2012. – Том 4, №2
2. Новожилов О. П. Электроника и схемотехника, В 2 частях. Ч. 1: Учебник для вузов. – М: Юрайт. 2024. – 382 с.

Гуськов А.Э. Модель пассивных помех, действующих на входе приемника РЛС.

Научный руководитель: Петров Ю.В.

Задачей данного моделирования: имитации помех различного вида.

К сожалению, на входе приемника РЛС, кроме полезных сигналов, могут присутствовать помехи. Они бывают:

Искусственные, естественные. Искусственные делятся на активные и пассивные, точно так же как и естественные.

В естественные помехи входят такие помехи как: помехи от гидрометеоров (они так же относятся к пассивным).

К активным естественным помехам можно отнести такие помехи как: солнечная радиация, вспышки и т.п.

В искусственные пассивные входят: дипольные отражатели, уголковые отражатели.

К активным же относят: постановщики помех, глушилки и т.п [1].

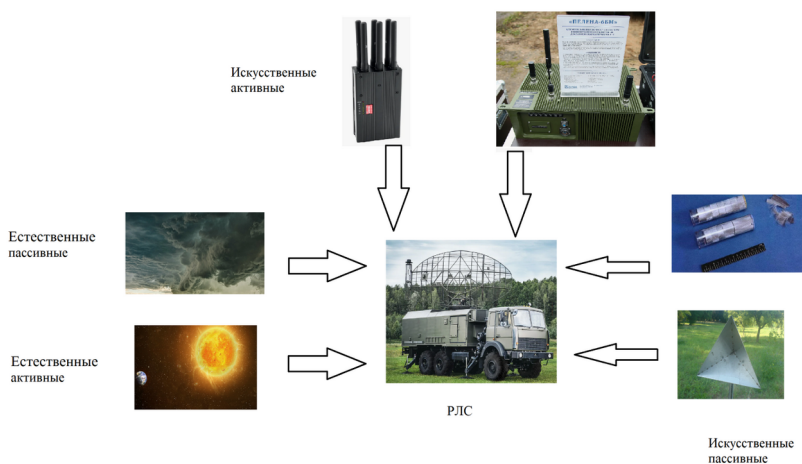


Рисунок 1 – Виды помех на РЛС

Далее можно рассказать про алгоритм работы данной модели:

На данный момент времени сделана только модель пассивных естественных помех.

В данной модели отражателем является – туча.

Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) — это площадь эквивалентного изотропного рассеивателя, который, будучи помещён в точку нахождения цели, создаёт на раскрыве приёмной антенны такую же плотность потока мощности, что и реальная цель.

Отражение характеризуется ЭПР.

В данной модели отражателем является туча, как было сказано ранее. Туча – это распределенная объемная цель. Цели бывают распределенными и точечными [2].

Мощность помехи от каждого элемента разрешения:

$$P_{пом_{эп}} = P_{прд} \cdot k_{усил_{прд}} \cdot k_{зат_{д}} \cdot k_{отраж_{эп}} \cdot k_{зат_{д}} \cdot k_{усил_{прм}} \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot k_{зат_{атм}}$$

где $k_{усил_{прд}}$ – коэффициент усиления антенны на передачу, $k_{зат_{д}}$ – коэффициент затухания по дальности, $k_{отраж_{эп}}$ – коэффициент отражения от объекта, $k_{усил_{прм}}$ – коэффициент усиления антенны на приём, $k_{зат_{атм}}$ – коэффициент затухания в атмосфере.

Так как для приёма и передачи используется одна антенна, то можно считать

$$k_{усил_{прд}} = k_{усил_{прм}} = k_{усил_{ант}} \cdot k_{усил_{ант}} = G_0 \cdot F_{дна}(\theta_{гор}, \theta_{верт}),$$

где G_0 – максимальный коэффициент усиления антенны; $F_{дна}(\theta_{гор}, \theta_{верт})$ – диаграмма направленности антенны.

$$k_{зат_{д}} = \frac{1}{(4\pi) \cdot D_{эр}^2}$$

$$k_{отраж_{эп}} = \sigma_{об} = \sigma_{уд.об} \cdot V_0 = \sigma_{уд.об} \cdot \frac{\pi}{8} \cdot \theta_{гор} \cdot \theta_{верт} \cdot c \cdot \tau_{имп} \cdot D_{эр}^2$$

$$k_{зат_{атм}} = \left(\frac{D_{эр}^{зат}}{D_{эр}} \right)^4$$

где $\sigma_{уд.об}$ – удельная объемная ЭПР элемента разрешения, V_0 – отражающий объем элемента отражения, $\theta_{гор}$ – ширина диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости, $\theta_{верт}$ – ширина диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости, c – скорость света, $\tau_{имп}$ – длительность импульса, $D_{эр}$ – дальность от элемента разрешения до фазового центра антенны без учета затухания, $D_{эр}^{зат}$ – дальность от элемента разрешения до фазового центра антенны с учетом затухания.

Мощность помехи от всех элементов разрешения:

$$P_{пом_{эп}} = \sum_{i=0}^{N_{эр}} P_{по_{м_i}}$$

Таблица: Помеха.Вх.КП – Входные данные

№	Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Тип	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Мощность передатчика	$P_{прд}$	Вт	Вещ.	50
2	Максимальный коэффициент усиления антенны	G_0	-	Вещ.	600
3	Удельная объемная эффективная площадь рассеяния	$\sigma_{уд.об.}$	m^{-1}	Вещ.	10^{-6}
4	Длина волны	λ	м	Вещ.	0,1
5	Координаты фазового центра антенны	$X_{фца}, Y_{фца}, Z_{фца}$	м	Вещ.	(0, 100, 0)
6	Координаты центра элемента разрешения	$X_{эр}, Y_{эр}, Z_{эр}$	м	Вещ.	(3000, 50, 0)
7	Коэффициент поглощения	δ	дБ/км	Вещ.	0,01
8	Ширина диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости	$\theta_{гор}$	рад	Вещ.	0,1
9	Ширина диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости	$\theta_{верт}$	рад	Вещ.	0,2
10	Угол визирования элемента разрешения в горизонтальной плоскости	$\alpha_{гор}$	град	Вещ.	0
11	Угол визирования элемента разрешения в вертикальной плоскости	$\alpha_{верт}$	град	Вещ.	0
12	Длительность импульса	τ	с	Вещ.	10^{-6}
13	Скорость света	c	м/с	Вещ.	$3*10^8$

Таблица Помеха.Вых – Выходные данные

№	Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Тип	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Мощность помехи от элемента разрешения	$P_{пом эр}$	Вт	Вещ.	$23,564*10^{-14}$

Список литературы:

1. <https://studfile.net/preview/9725570/page:7/> (Самарский Государственный Технический Университет).
2. <https://bigenc.ru/c/effektivnaia-ploshchad-rasseianiia-c0c3a8>.

Жеребчиков М. Модель цифрового фильтра нижних частот

Научный руководитель: Петров Ю.В.

Среди устройств цифровой обработки сигналов широкое распространение получили цифровые фильтры, которые представляют собой устройство обработки сигнала, преобразующее одну последовательность чисел (называемую входной) в другую (называемую выходной).

Цифровой фильтр – в электронике любой фильтр, обрабатывающий цифровой сигнал с целью выделения и/или подавления определённых частот этого сигнала.

В цифровых фильтрах можно легко изменять коэффициенты, следовательно, характеристики фильтра, не изменяя структуры набора, что создает уникальные возможности осуществления алгоритмов обработки сигналов. Цифровые фильтры на сегодняшний день применяются практически везде, где требуется обработка сигналов, в частности в спектральном анализе, обработке изображений, обработке видео, обработке речи и звука и многих других приложениях

Одной из часто возникающих на практике задач электросвязи является создание фильтров, пропускающих сигналы в определенной полосе частот и задерживающих остальные частоты. При этом различают:

- фильтры нижних частот (ФНЧ), пропускающие частоты, меньшие некоторой частоты среза ω_0 ;
- фильтры верхних частот (ФВЧ), пропускающие частоты, большие некоторой частоты среза ω_0 ;
- полосовые фильтры (ПФ), пропускающие частоты в некотором диапазоне $\omega_1 \dots \omega_2$;
- заграждающие (режекторные) фильтры (ЗФ), пропускающие на выход все частоты, кроме лежащих в некотором диапазоне $\omega_1 \dots \omega_2$;

Фильтр Баттерворта

Фильтр Баттерворта – один из видов цифровых фильтров. Его основное достоинство в том, что амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) фильтра максимально гладкая на частотах полосы пропускания и снижается практически до нуля на частотах полосы подавления. Важной характеристикой фильтра является его порядок, определяющий крутизну спада АЧХ.

АЧХ ФНЧ Баттерворта описывается монотонно убывающей зависимостью и однозначно определяется двумя параметрами: характерной частотой и порядком фильтра [1]:

$$H(F) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{F}{F_0}\right)^{2n}}},$$

где – $H(F)$ значение АЧХ фильтра; F_0 – характерная частота (частота среза); n – порядок фильтра.

Примеры АЧХ фильтра Баттерворта приведены на рисунке 1.

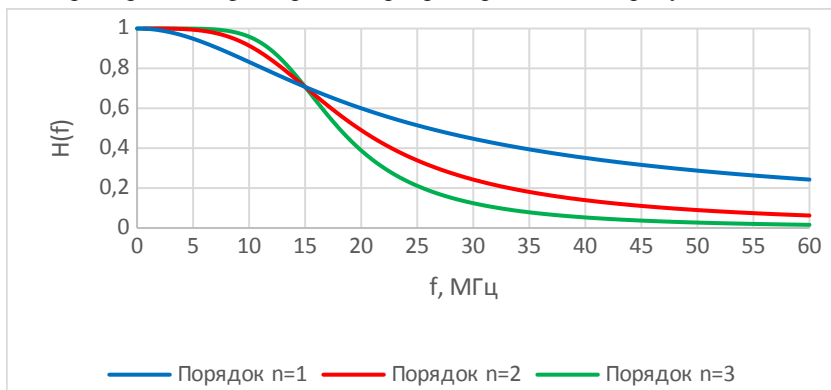


Рисунок 1 – Зависимость АЧХ ФНЧ Баттерворта от порядка фильтра

Моделирование цифрового фильтра нижних частот Баттерворта

Моделирование фильтра осуществляется в два этапа.

Первый этап – предъявление требований к фильтру (рис. 2):

- Порядок фильтра (n)
- Частота дискретизации сигнала (F_s)
- Частота среза (F_c)

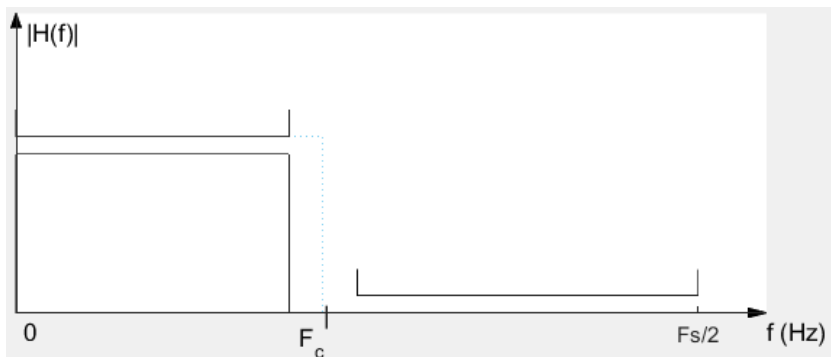


Рисунок 2 – К пояснению предъявления требований к фильтру

Цифровой фильтр реализуется в виде разностного уравнения вида [1]:

$$y(n) = \sum_{i=0}^n a_i * x(n-i) + \sum_{j=1}^n b_j * y(n-j),$$

где $y(n)$ – выходное значение; $x(n)$ – входное значение; a_i и b_i – коэффициенты уравнения.

Например, для фильтра 2 порядка уравнение принимает вид:

$$y(n) = a_0 x(n) + a_1 x(n-1) + a_2 x(n-2) + b_1 y(n-1) + b_2 y(n-2)$$

Второй этап – Расчет коэффициентов разностного уравнения.

Расчет коэффициентов выполняется в пакете «MATLAB» от MathWorks, в рабочей среде «Simulink».

Пример моделирования цифрового фильтра

Исходные данные для моделирования:

- Тип фильтра – ФНЧ Баттерворта;
- Порядок фильтра – $n = 2$;
- Частота дискретизации – $F_s = 60 \text{ МГц}$;
- Частота среза – $F_c = 15 \text{ МГц}$;

Используя исходные данные, получаем следующие коэффициенты:

$$a_0 = 0,29289; a_1 = 0,58579; a_2 = 0,29289; b_1 = 1,3 * 10^{-16}; b_2 = -0,17157;$$

Используя полученные коэффициенты, рассчитаем сигналы на выходе, при подаче на вход фильтра сигналов с частотами

$$F_1 = 5 \text{ МГц} \text{ и } F_2 = 20 \text{ МГц}.$$

Уравнение входного сигнала имеет вид:

$$x(k) = \sin(2 \pi F * k * \Delta t),$$

где $x(k)$ – значение входного сигнала; k – номер отсчета; Δt – время одного отсчета;

$$\Delta t = \frac{1}{F_s};$$

Графики входных и выходных сигналов представлены на рисунке 3.

Как видно из графиков сигнал с частотой ниже частоты среза фильтра ($F_c = 15 \text{ МГц}$) не подавляется, а сигнал с высокой частотой подавляется, на самой же частоте среза подавление составляет – 3 дБ.

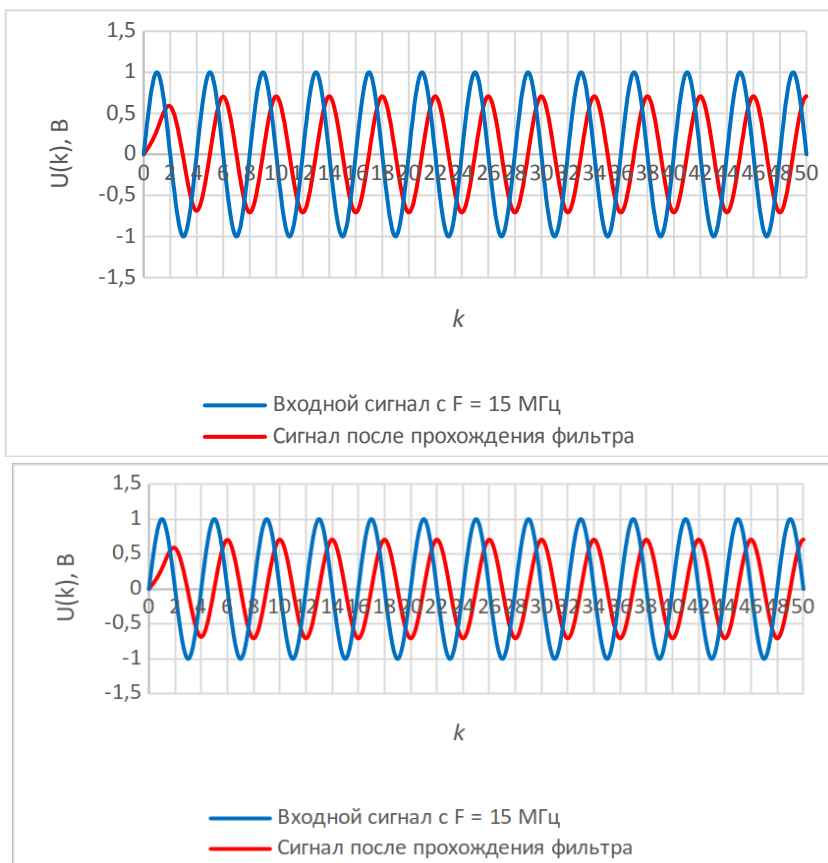


Рисунок 3 – Графики входных и выходных сигналов

Список литературы:

1. Васильев В. П. Муро Э. Л., Смольский С. М. Основы теории и расчета цифровых фильтров : учеб. пособие для высш. учеб. заведений. М. : Издат. центр «Академия», 2007. 272 с.

Казанцева А.В. Модель среды распространения радиосигналов

Научный руководитель: Петров Ю.В.

Задачей данного моделирования является расчёт мощности радиосигналов, отражённых от земной поверхности и принятых антенной приёмника РЛС. При этом важно учесть все факторы, влияющие на мощность.

Согласно представленной модели (рисунок 1), сигнал, излучённый антенной, попадает в свободной пространство, отражается от объекта, затем снова проходит через среду распространения и попадает в приёмное устройство. Общий алгоритм расчёта представлен на рисунке 2.

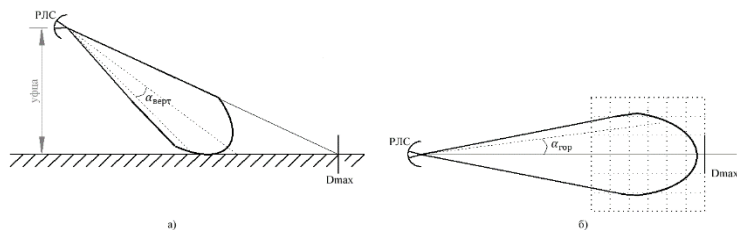


Рисунок 1 – Направление РЛС на цель в а) вертикальной и б) горизонтальной плоскостях

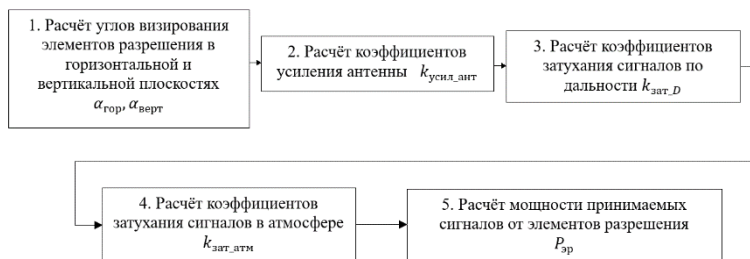


Рисунок 2 – Общий алгоритм расчёта модели

В модели учитываются:

1. Зависимость направленных свойств антенны от углов наблюдения.

В зависимости от углов наблюдения цель может попадать либо в главный, либо в один из боковых лепестков ДНА (рисунок 3). От этого зависит коэффициент усиления антенны $k(\alpha)$.

$$k(\alpha) = G_0 \cdot F_{\text{дна}}(\alpha)$$

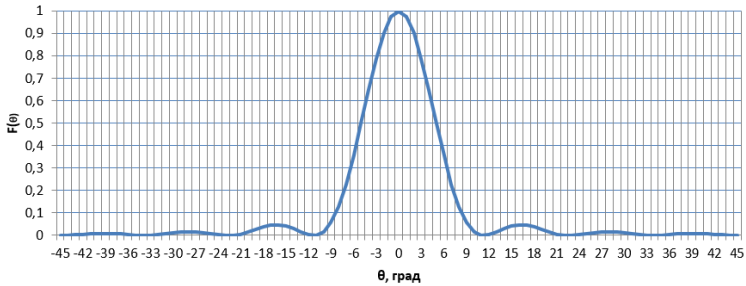


Рисунок 3 – Диаграмма направленности антенны

2. Зависимость от пройденного радиосигналами расстояния.

При распространении радиосигнала в одну сторону – мощность сигнала пропорциональна квадрату дальности радиолокационного наблюдения.

$$P_{отр} = \frac{P_{прд} \cdot G_{прд} \cdot \sigma_{ц}}{(4\pi)^2 \cdot D^2}$$

Если же сигнал был излучён, отразился от цели и был принят этой же антенной – мощность сигнала пропорциональна четвёртой степени дальности радиолокационного наблюдения.

$$P_{пр} = \frac{P_{прд} \cdot G_{прд} \cdot \sigma_{ц} \cdot S_{эфф}}{(4\pi D^2)^2}$$

3. Зависимость от погоды.

На волнах длиннее 30 см потери энергии радиоволн в атмосфере отсутствуют. На более коротких волнах, возможно заметное затухание радиоволн в атмосфере [1]. Коэффициент поглощения выбирается из справочных данных при заданной длине волны λ (рисунок 4).

Дальность обнаружения цели рассчитывается следующим образом:

$$D_{i_j 1}^{зам} (км) = D_{i_j} (км) \cdot 10^{-0,05 \cdot \delta (дБ/км) \cdot D_{i_j} (км)}$$

$$D_{i_j n}^{зам} (км) = D_{i_j} (км) \cdot 10^{-0,05 \cdot \delta (дБ/км) \cdot D_{i_{j-1}}^{зам} (км)}$$

Вычисления прекращаются, когда

$$\left| D_{i_j n}^{зам} (км) - D_{i_{j-1}}^{зам} (км) \right| < 0,001 (км)$$

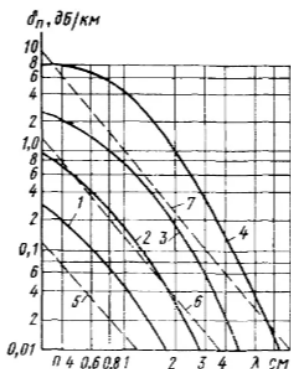


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента поглощения энергии радиоволн от длины волны и вида гидрометеоров

(1 – очень слабый дождь (0,2 мм/час); 2 – слабый дождь (1 мм/час); 3 – средний дождь (4 мм/час); 4 – сильный дождь (16 мм/час); 5 туман видимость 600 м; 6 – туман видимость 130 м; 7 – туман видимость 30 м)

4. Зависимость от отражающих свойств поверхности.

Отражающие свойства цели определяют дальность действия РЛС. Они зависят от размеров цели, материала, из которого она выполнена, длины волны устройства и направления облучения. Отражения характеризуются величиной эффективной площади рассеяния (ЭПР).

В данной модели целью считается земная поверхность. Она относится к сложным распределённым целям – это такие цели, у которых линейные и угловые размеры значительно больше элементов разрешения РЛС по дальности, угловым координатам и скорости [2].

При моделировании цель разбивается на элементы разрешения (ЭР), количество которых зависит от максимальной дальности D_{max} , ширины ДНА в горизонтальной плоскости $\theta_{гор}$, разрешающей способности по азимуту и дальности $\rho_{аз}$ и ρ_D , координаты высоты фазового центра антенны $y_{фца}$. ЭПР ЭР зависит от его размера и удельной ЭПР $\sigma_{эр}$. Эта величина характеризует отражающие свойства единицы площади или объёма.

$$N_{эр_{аз}} = \left\lceil \frac{D_{max} \cdot \theta_{гор}}{\rho_{аз}} \right\rceil + 1,$$

где [...] – целая часть числа.

$$N_{эр_D} = \left\lceil \frac{\sqrt{y_{фца}^2 + D_{max}^2}}{\rho_D} \right\rceil + 1$$

Формула расчёта выходной мощности:

$$P_{эр_{ij}} = P_{прд} \cdot k_{усил_i} \cdot k_{зам_i} \cdot k_{отра_{ij}} \cdot k_{зам_i} \cdot k_{усил_i} \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot k_{зам_i}$$

Формула суммирования мощности от каждого ЭР:

$$P_{\text{эр}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{эр}}} P_{\text{эр}_i}$$

Таблица 1 – Входные данные

№	Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Тип	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Мощность передатчика	$P_{\text{прд}}$	Вт	Вещ.	50
2	Максимальный коэффициент усиления антенны	G_0	-	Вещ.	600
3	ЭПР элемента разрешения	$\sigma_{\text{эр}}$	м ²	Вещ.	1
4	Длина волны	λ	м	Вещ.	0,1
5	Координаты фазового центра антенны	$x_{\text{фца}}, y_{\text{фца}}, z_{\text{фца}}$	м	Вещ.	(0, 100, 0)
6	Коэффициент поглощения	δ	дБ/км	Вещ.	0,01
7	Ширина диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости	$\theta_{\text{гор}}$	рад	Вещ.	0,1
8	Ширина диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости	$\theta_{\text{верт}}$	рад	Вещ.	0,2
9	Максимальная дальность действия	D_{max}	м	Вещ.	12000
10	Разрешающая способность по азимуту	$\rho_{\text{аз}}$	м	Вещ.	10

Таблица 2 – Выходные данные

№	Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Тип	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Мощность принимаемого сигнала от элемента разрешения	$P_{\text{эр}}$	Вт	Вещ.	$6,8 \cdot 10^{-14}$

В таблице 2 в качестве примера приведён расчёт мощности от одного ЭР с координатами $x_{\text{эр}}=6000$ м, $z_{\text{эр}}=0$ м. Задача моделирования выполнена.

Список литературы:

1. Васин В.В., Власов О.В., Григорин-Рябов В.В., Дудник П.И., Степанов Б.М. Радиолокационные устройства. Изд-во "Советское радио", 1970.
2. Широков Ю.Ф., Основы теории радиолокационных систем. Самара, 2012.

Купоров М.А., Никольченко Ю.А., Сырцев А.Н.
Особенности построения цифровых моделей в области
проектирования летательных аппаратов

Научный руководитель: Бурковецкий К.А.

Аннотация

В связи с нарастающей потребностью в проектировании новых летательных аппаратов остро стоит вопрос стоимости их разработки. В рамках задачи, с целью ускорения и удешевления её решения, можно воспользоваться методом компьютерного моделирования.

Компьютерное моделирование – это научный метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе изучения её компьютерной модели[1]. Смысл такого моделирования состоит в получении количественных и качественных результатов по созданной модели, что позволяет изучить неизвестные ранее свойства системы.

Ключевые слова

Информационные технологии, Математическая модель, Летательные аппараты, Компьютерное моделирование, Информационное моделирование

В данной работе демонстрируется процесс создания программного решения, позволяющего рассчитывать траектории полёта летательного аппарата. В основе программы лежит математическая модель динамики полёта летательного аппарата с некоторыми допущениями.

Результатом работы модели являются визуальные (графические изображения) и численные данные (значения координат, углов), которые формируют представление о цифровой модели полёта летательного аппарата. Цифровая модель – это система математических и компьютерных моделей описывающая структуру, функциональность и поведение объекта.[2] Производится на компьютере для того, чтобы анализировать и моделировать определенные типы поведения.

На основе данных, полученных в результате работы модели, можно сделать выводы о возможности применения летательного аппарата с выбранными параметрами в определённых условиях, и использовать их для совершенствования характеристик.

Для реализации математической модели в форме программы целесообразно использовать программную среду MATLAB. Возможности программы предоставляют широкий спектр инструментов для создания вычислительных алгоритмов, визуализации результатов расчётов и создания интерфейсов. На рисунке 1 представлен разработанный алгоритм программы в виде блок-схемы.

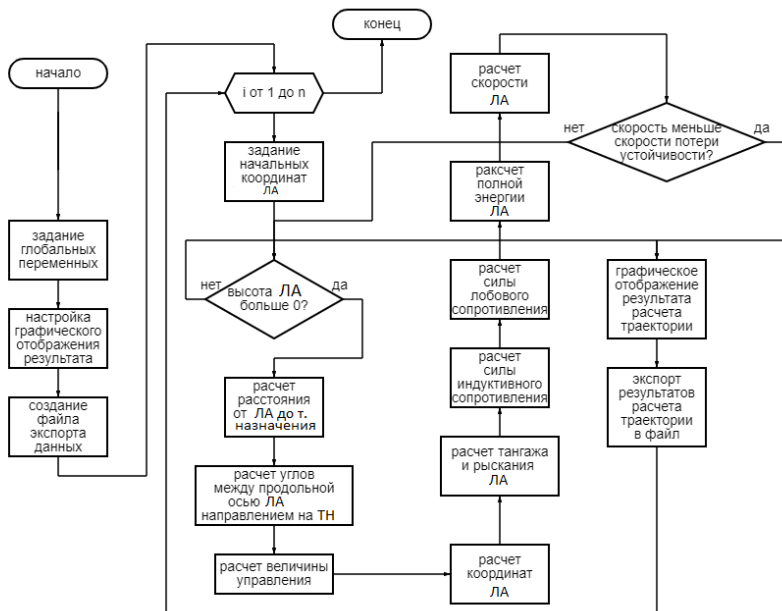


Рисунок 1 Алгоритм работы программы

Алгоритмическая модель разработанной программы представляет собой вложенный цикл, в каждой итерации которого просчитывается траектория полёта летательного аппарата.

После введения всех начальных данных, по нажатию на кнопку "Начать расчёт" начинается выполнение программы во вложенных циклах. Сначала в зависимости от выбранной задачи (прямой или обратной) генерируются координаты, далее происходит расчёт движения летательного аппарата с заданным заранее шагом интегрирования, для каждого момента времени, рассчитываются такие параметры как: расстояние до координат назначения, управление по углу тангажа и рыскания, нормальная перегрузка, координаты летательного аппарата, углы тангажа и рыскания.

Во время расчёта в отдельно вынесенных функциях, которые вызываются из цикла, рассчитываются силы, действующие на летательный аппарат (сила притяжения, сила лобового сопротивления, сила индуктивного сопротивления), полная энергия, текущая скорость и изменение параметров атмосферы в зависимости от высоты полёта летательного аппарата. [3]

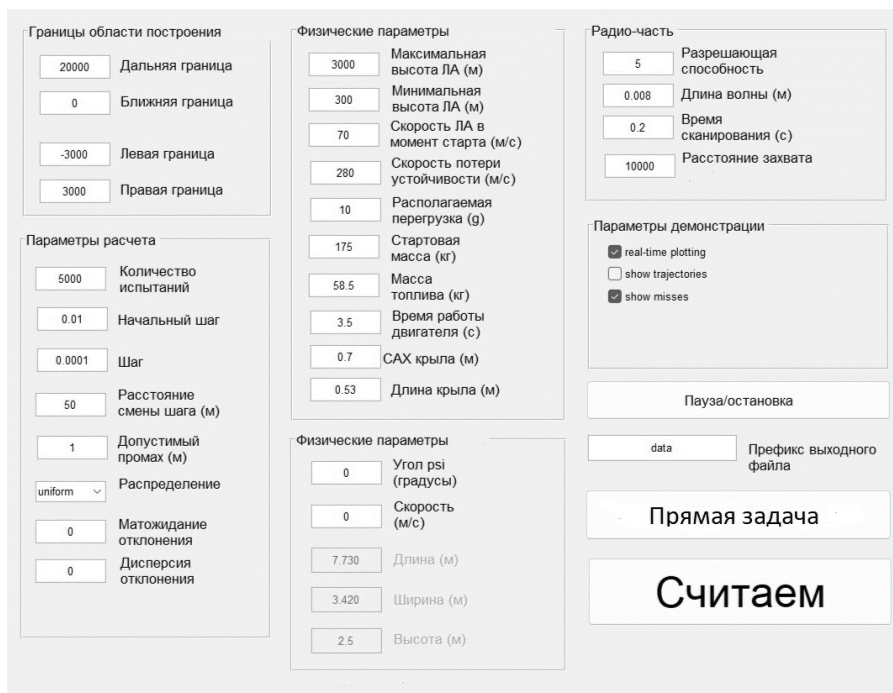


Рисунок 2 Интерфейс программного обеспечения

Расчёт траектории происходит до тех пор, пока летательный аппарат не потеряет динамическую устойчивость. По окончании расчёта одной траектории всё повторяется для следующих сгенерированных координат точки назначения. Координаты генерируются по равномерному закону распределения в заранее заданной области. После окончания расчёта каждой из траекторий результаты расчёта выносятся на график, в зависимости от того какие данные для отображения были выбраны в интерфейсе. Так же, предусмотрена возможность экспорта численных результатов работы программы в файл электронных таблиц.

Интерфейс реализован стандартными методами MATLAB и сделан таким образом, чтобы данные можно было удобно вводить в программу, не прибегая к редактированию кода. Интерфейс позволяет гибко настраивать условия расчёта, такие как: границы области, параметры математического расчёта, физические параметры летательного аппарата, стартовые параметры летательного аппарата. В интерфейсе, также можно настроить параметры отображения результата, выбрать демонстрацию расчёта по завершении или в реальном времени. Кроме того, в интерфейсе предоставляется возможность

выбора количества точек назначения, по которым будет вестись расчёт, что позволяет варьировать время общего расчёта.

Результатом работы стала разработанная программа, в которой реализована модель, позволяющая рассчитывать полёт летательного аппарата. Создана среда для удобного ввода данных и наглядной визуализации результатов работы модели.

Список литературы

1. Компьютерное моделирование // Российское общество Знание URL: https://znanierussia.ru/articles/Компьютерное_моделирование (дата обращения: 19.11.2023).
2. ГОСТ 2.0522 – 2021 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения: дата введения 23.08.2021 / Российский институт стандартизации – Москва, 2022 – 17 с.
3. Толпегин О.А. Математические модели систем наведения ракет: учебное пособие / О.А. Толпегин, В.М. Кашин, В.Г. Новиков; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб, 2016. – 154 с.

Макеев И.А. Модель радиолокационной станции высокого разрешения для сверхмалого беспилотного летательного аппарата

Научный руководитель: Петров Ю.В.

В настоящее время активно начали расширяться возможности применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с устанавливаемой на них полезной нагрузкой в области картографирования, георадиолокации и разведки в сочетании с повышающимися требованиями к качеству получаемых изображений.

Используемая на БПЛА полезная нагрузка подразделяется на следующие типы [1]:

- Оптико-электронные устройства;
- Лазерные локаторы;
- Радиолокационные станции (РЛС);
- Пеленгаторы.

Из всех перечисленных типов нагрузки популярность набирают РЛС с синтезированной апертурой (РСА) так как их основными преимуществами над оптическими типами нагрузки являются: высокое разрешение и работа в любое время суток и при любых погодных условиях.

Любое проектирование радиоэлектронных систем (РЭС) в наше время не обходится без предварительного моделирования, которое позволяет не только заранее определять параметры РЭС, но и находить причины возможных искажений и определять возможные пути их устранения.

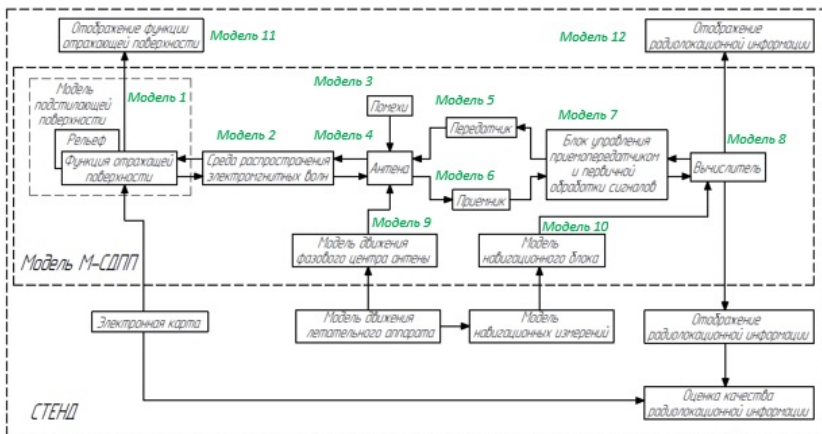


Рисунок 1 – Структура стенда РСА для сверхмалого БПЛА самолетного типа

На данный момент мы участвуем в разработке РСА для сверхмалого БПЛА самолетного типа. Для начала работы нам требуется модель, однако

эта модель является сложной, состоящей из множества модулей, которые представлены на рисунке 1.

Разрабатываемая нами РСА состоит из антенны (модель 4), передатчика (модель 5), приемника (модель 6), блока управления приемопередатчиком и первичной обработки сигналов (модель 7) и вычислителя (модель 8).

Особенностью нашей разработки является использование Software-defined radio (SDR-приемника), который позволяет перенести большую часть функций модуляции/демодуляции и алгоритмов обработки данных в программное обеспечение (процессора) и перепрограммируемую логику (ПЛИС) [2]. Для изменения конфигурации системы достаточно просто обновить программное обеспечение и прошитьку программируемой логики без внесения каких-либо изменений в аппаратную часть. Структура приемника и передатчика на базе настраиваемой интегральной схемы (ИС) представлена на рисунке 2.

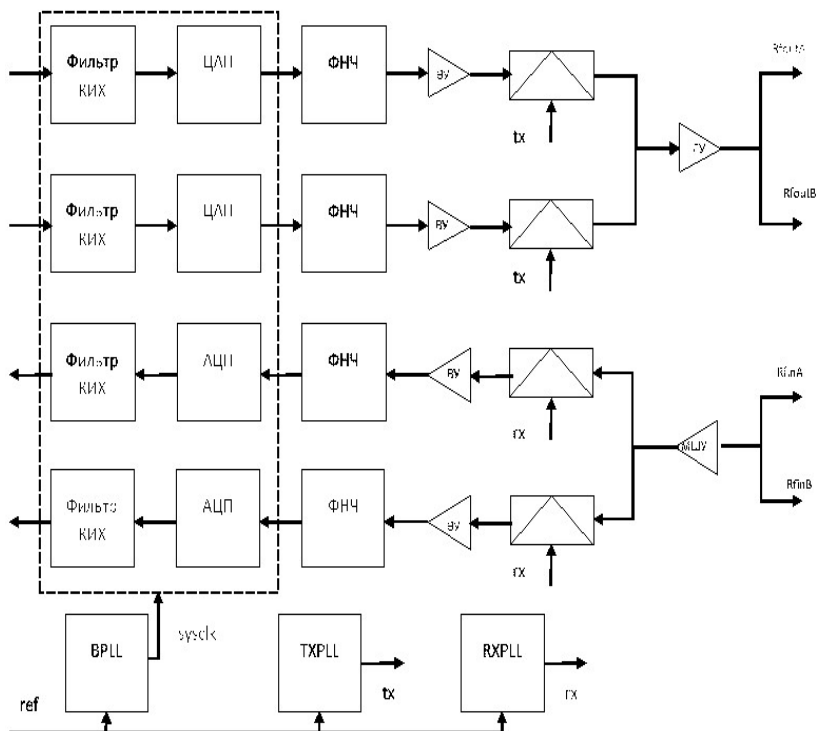


Рисунок 2 – Структура моделей передатчика и приемника на базе ИС AD9361

Для полноценной имитации работы РСА в общей модели (рисунок 1) также требуются модель отражающей поверхности (модель 11) и модель среды распространения электромагнитных волн (модель 2). Далее для обработки радиосигналов требуется информация о пространственном положении и параметрах движения фазового центра РСА, поэтому в разрабатываемой модели требуются модели движения фазового центра антенны (модель 9) и модель навигационной системы (модель 10). Кроме перечисленных ранее для контроля и взаимодействия со стендом заказчика разрабатывается еще ряд вспомогательных программ.

На текущий момент разработка моделей не окончена. Далее будут рассмотрены частные модели, разработка которых необходима для создания полностью рабочей модели.

Список литературы:

1. Фетисов В. С., Неугодникова Л. М., Адамовский В.В., Красноперов Р. А. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние. / Под редакцией В. С. Фетисова, Уфа: ФОТОН, 2014. – 217 с. - (Научное издание) – гл. 3.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sdr-tehnologii-i-novye-printsipy-priema-soobscheniy-v-simpleksnyh-radiolinayah/viewer> SDR-технологии и новые принципы приема сообщений в симплексных радиолиниях, свободный (дата обращения 13.04.2024)

Островершенко С. Модель антенны РЛС беспилотного летательного аппарата

Научный руководитель: Петров Ю.В.

Антенна – важная часть радиолокационных систем (РЛС) и предназначена для изучения радиосигналов и приема отраженных от объектов сигналов.

Широкое распространение получили остронаправленные сканирующие антенны. Замена слабонаправленных или ненаправленных антенн остронаправленными позволяет не только получать энергетический выигрыш в радиотехнической системе за счет увеличения коэффициента усиления антенн, но и ослаблять взаимные влияния одновременно работающих систем, то есть обеспечить их электромагнитную совместимость. При этом улучшается помехозащищенность всей системы в целом.

Возникла необходимость использования современных антенных систем, таких как антенные решетки, имеющие остронаправленную диаграмму направленности (ДН), то есть они концентрируют излучение в небольшом угле. [1]

ДН антенны характеризует зависимость амплитуды, фазы и поляризации в дальней зоне антенны от направления наблюдения. Дальняя зона ограничена условием:

$$r \geq \frac{2L^2}{\lambda},$$

где r – расстояние до точки наблюдения, L – длина антенны, λ – длина волны.

Можно сделать вывод, что ДН зависит от геометрических размеров антенны и от длины волны РЛС. Это именно те факторы, на которые, непосредственно, можно влиять разработчику антенной системы. [2]

В нашем случае по техническому заданию (ТЗ) необходимо: смоделировать антенную решетку.

Итогом должен быть построенные диаграммы направленности в вертикальной и горизонтальной областях.

Основные характеристики антенной решетки:

1. Основная частота: $f_0 = 3$ ГГц;
2. Длина волны: $\lambda = 10$ см.

Число элементов в антенной решетке может составлять от двух до десятков тысяч. В качестве элементов АР обычно используются слабонаправленные излучатели (вибраторы, рупоры и т.д.). Элементы антенной решетки размещаются или на отрезке прямой (линейные АР), или на плоскости (плоские АР). Как правило, решетки состоят из идентичных и одинаково ориенти-

рованных излучателей. К подобным системам можно применить правило перемножения диаграмм направленности. [2]

Антенные решетки могут состоять из большого числа излучателей, что в свою очередь только улучшит показатели работы антенной системы, но с также необходимо спроектировать АР на беспилотный летательный аппарат (БПЛА), где важными параметрами являются: компактность; малый вес; технологичность и малая стоимость производства.

Эти требования реализуемы за счет применения антенной решетки на основе печатных излучателей.

Расчет показал, что допустимый размер такой решетки – 4 излучателя по вертикали, 8 излучателей по горизонтали.

Поэтому моей целью было спроектировать и рассчитать такую антенную решетку, состоящую из 32 излучателей, работающих на частоте 3 ГГц, начав с ее модели.

Проектирование и моделирование таких сложных систем – трудоемкий процесс и справиться с этим могут только профессиональные программные пакеты, такие как CST Studio Suite.

Для подбора аналога такого патч излучателя была использована встроенная программа Antenna Magus. В ней имеется функция экспорта в среду моделирования CST Studio Suite.

Проектирование началось с одного излучателя. Исходя из рассчитанных размеров, диэлектрической проницаемости и основной частоты был спроектирован излучатель с прямоугольным патчем. Проведено моделирование в частотной области. Получены ДН в вертикальной и горизонтальной плоскости в полярных и декартовых координатах:

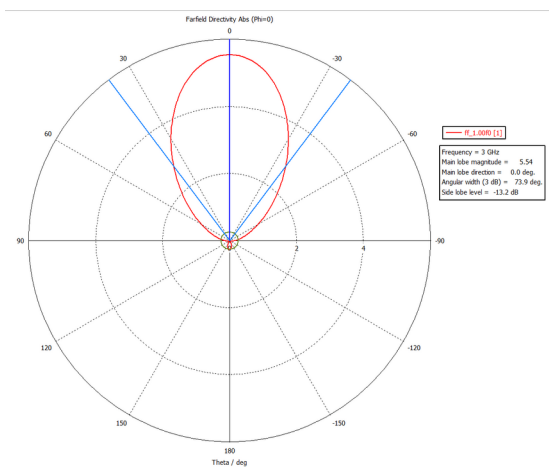


Рисунок 1 – ДН в полярных координатах в вертикальной плоскости (Theta)

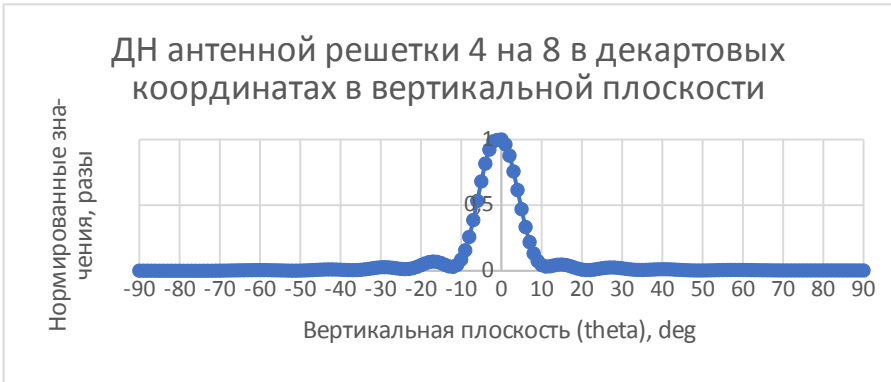


Рисунок 2 – ДН в декартовых координатах одного излучателя с прямоугольным патчем в вертикальной плоскости Theta

После этого благодаря встроенной в программный пакет CST Studio Suite функции Array Task созданы антенные решетки 2 на 2 и 4 на 8 элементов.

Антенная решетка 2 на 2 элемента является промежуточным вариантом. Расстояние между излучателями выбирается автоматически и является минимальным. Проведено моделирование решеток в частотной области. Получены ДН в вертикальной и горизонтальной плоскости в полярных и декартовых координатах:

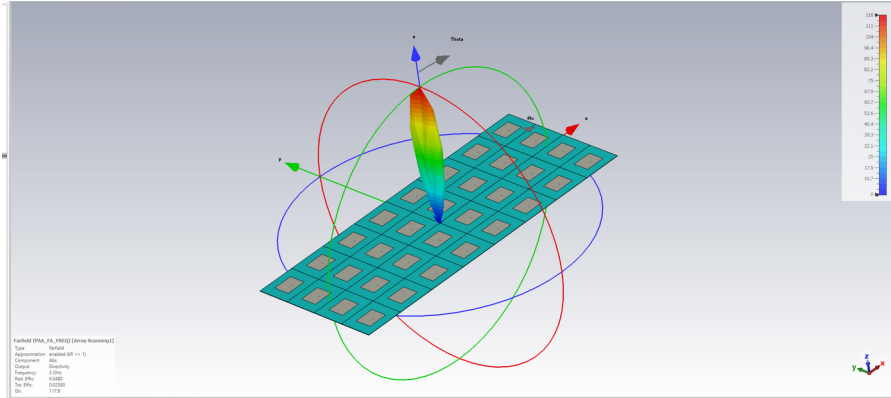


Рисунок 3 – 3D модель антенной решетки 4 на 8 элементов

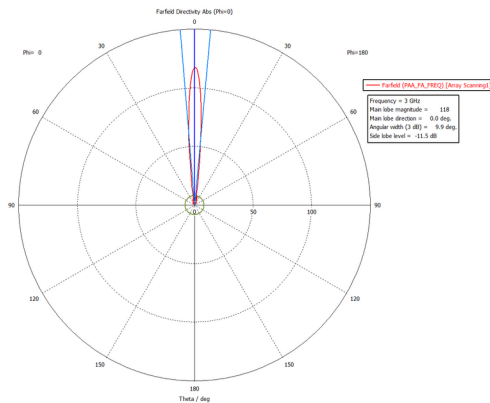


Рисунок 4 – ДН в полярных координатах антенной решетки 4 на 8 в вертикальной плоскости (Theta)

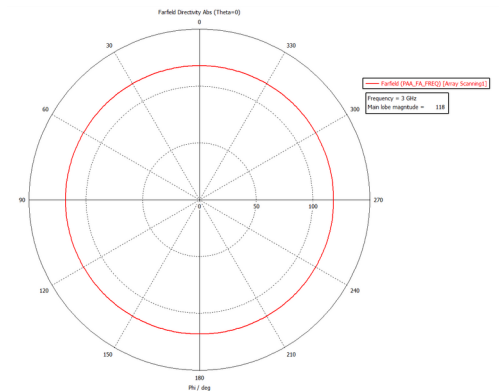


Рисунок 5 – ДН в полярных координатах антенной решетки 4 на 8 в горизонтальной плоскости (Phi)

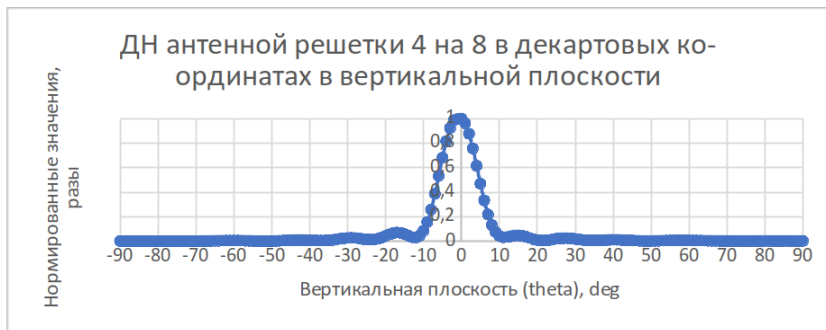


Рисунок 6 – ДН антенной решетки 4 на 8 в декартовых координатах в вертикальной

Заключение. Была спроектирована антенная решетка, включающая в себя 32 излучателя с прямоугольными патчами и проведено моделирование в частотной области для получения диаграмм направленности в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Направленные свойства антенны определяются шириной ДНА в вертикальной и горизонтальной плоскости, которые составили:

- В вертикальной плоскости (Theta) – 10 градусов;
- В горизонтальной плоскости (Phi) – 25 градусов.

Список литературы:

1. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны. Учебное пособие, 2006.
2. А.И. Долбик. Устройства СВЧ и антенны. Часть 1. Основы теории антенн и элементы антенных систем. Учебное пособие, 2002 г.

Петухова А.А. Принципы построения и работы радиолокатора с синтезированной апертурой

Научный руководитель: Сеницын В.А.

В настоящее время в различных отраслях деятельности человека, таких как картография, геодезия, климатические исследования, мониторинг последствий катастроф и экологических загрязнений, археология, широко применяется информация, полученная космическими аппаратами (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Получение изображения местности радиолокационными методами основано на том, что при облучении элементов подстилающей поверхности высокочастотной электромагнитной энергией часть энергии отражается в сторону излучения и может быть принята и зафиксирована соответствующими устройствами. Уровень отраженного сигнала зависит от характера наблюдаемой поверхности. Это позволяет дешифровать фиксируемые на радиолокационном снимке объекты по их форме и интенсивности отражения радиоизлучения. Для получения этой информации в радиолокационную станцию (РЛС) должны входить устройства, обеспечивающие генерирование электромагнитных колебаний и их излучение, прием отраженного сигнала, а также регистрацию получаемого радиолокационного изображения (РЛИ) [1].

Современное развитие радиолокационных средств ДЗЗ основано на применении радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны (РСА). Широкое применение получили РСА, размещаемые на КА.

Радиолокатор с синтезированной апертурой – это активный датчик дистанционного зондирования с боковым обзором, размещаемый на борту летательного аппарата, например, беспилотного летательного аппарата, самолёта или космического летательного аппарата. При помощи таких радиолокаторов получают радиолокационные изображения высокого разрешения при дистанционном зондировании. Суть метода синтеза апертуры заключается в том, что радиолокационные данные, полученные в каждом отдельном периоде зондирования, сохраняются совместно с данными о местоположении платформы, соответствующими этим периодам. Все эти данные сохраняются в течение определенного интервала времени. Расстояние, на которое переместится платформа в течение этого интервала, определяет размер синтезированной апертуры. По окончании интервала полученные данные обрабатываются совместно. При обработке учитываются доплеровские сдвиги частоты, которые будут разными для разных взаимных положений радиолокатора и цели в каждом периоде зондирования. Таким способом достигается гораздо более высокое разрешение радиолокационного изображения, чем у радиолокатора с такой же антенной при использовании реальной апертуры.

РСА космического базирования являются эффективными средствами получения оперативной и долговременной информации о состоянии и динамике объектов и районов земного шара в глобальных и региональных масштабах независимо от метеорологических условий и времени суток [2].

В статье рассмотрены принципы построения и работы РСА.

Для объяснения принципа построения РСА, рассмотрим модель системы передачи информации (взаимодействия КА с наземными станциями), представленную на рис. 1 [3].

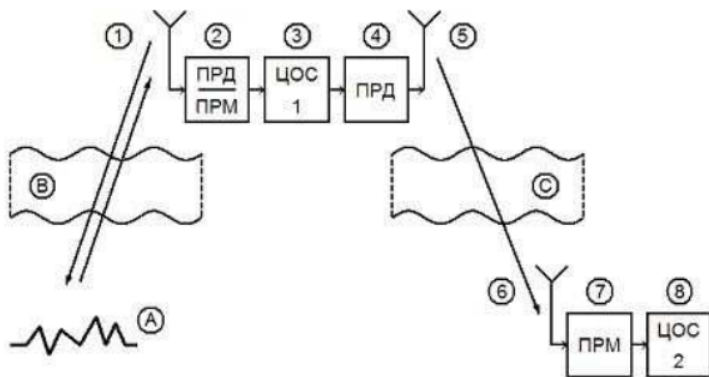


Рисунок 1 – Модель системы передачи информации между КА и наземной станцией

К основным составным частям РСА относятся: антенны (блоки 1, 5 на рис.1), приёмопередающий тракт (блоки 2, 4 на рис.1), система формирования и обработки траекторных сигналов (блок 3 на рис.1).

Принцип работы РСА рассмотрим на примере схемы, изображённой на рис. 2.

В процессе полёта спутника синтезатор частот (блок 3 на рис.2), формирует из тактового высокостабильного опорного колебания от генератора (блок 2 на рис.2) сигналы, необходимые для работы РСА (колебания радиочастот и частот синхронизации). Таким образом обеспечивается когерентность приёмопередающего тракта. От синтезатора (блок 3 на рис.2) сигналы поступают на модулятор, где формируется вид зондирующих сигналов посредством осуществления амплитудной и фазочастотной модуляции на несущей частоте. В усилителе мощности (блок 5 на рис.2) зондирующий сигнал усиливается, сохраняется когерентность. Усиленные колебания поступают в антенну (блок 7 на рис.2) через антенный переключатель (блок 6 на рис.2). В соответствии с установленным режимом обзора, который задаётся БЦВМ (блок 1 на рис.2), перемещение и стабилизация ДН антенны осуществляется системой стабилизации и управления антенной (блок 8 на рис.2). Сигналы, поступающие на приёмники (блок 9 на рис.2), преобразуются на

промежуточную частоту, после чего поступают на фазовый детектор (блок 10 на рис.2), где для каждого канала (суммарного и разностного) формируются квадратурные сигналы (\sin и \cos). Далее, проходя через АЦП (блок 11 на рис.2) и буферный регистр (блок 12 на рис.2) сигналы попадают в процессор обработки цифровых сигналов, в котором осуществляется согласованная фильтрация: по дальности (блок 13 на рис.2) – сжатие импульсов, по азимуту (блок 14 на рис.2) – синтезирование апертуры. В результате формируется детальное изображение объектов наблюдения и целей [4]. Для повышения качества РЛИ применяется некогерентное накопление (15).

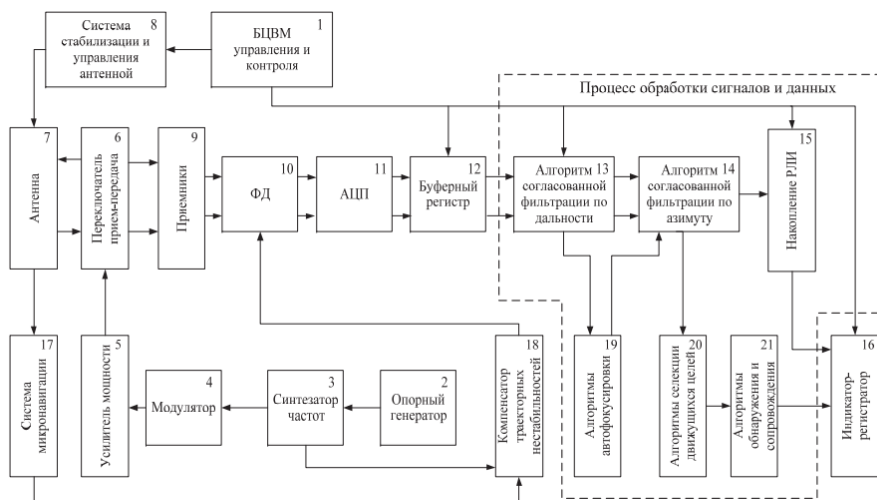


Рисунок 2 – Структурная схема PCA

В процессоре, с помощью алгоритмов СДЦ (20) и алгоритмов обнаружения и сопровождения (21) определяются параметры целей по полученным РЛИ. Измеренные характеристики целей транслируются на наземный пункт через систему передачи данных (16).

Для уменьшения искажений траекторного сигнала используются: система микронавигации (17), которая обеспечивает измерение отклонения движения фазового центра антенны от траектории, компенсатор траекторных нестабильностей (18), который представляет собой управляемый коммутатор фазы на промежуточной частоте, а также система автофокусировки, которая измеряет фазовые искажения траекторного сигнала по отраженному и передает эти данные на согласованный фильтр синтезированной апертуры (14) [4].

В заключение статьи на рис. 3 приведены типичные радиолокационные изображения, полученные с помощью космической системы радиолокационного наблюдения ЭКОР-А1 КА «Алмаз-1» [1].

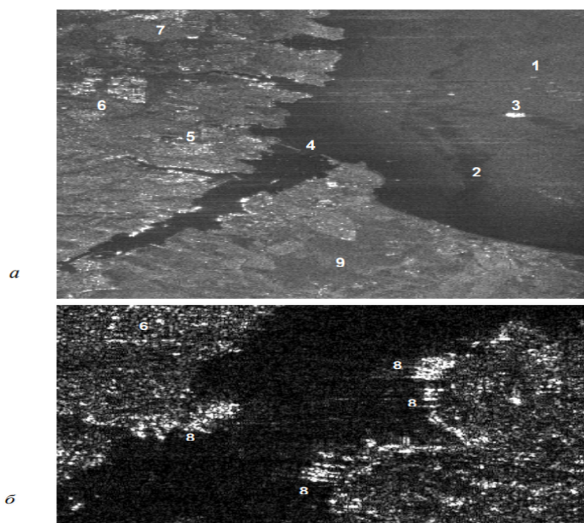


Рисунок 3 – РЛИ района г. Севастополь, (РСА ЭКОР-А1)

а - нефокусированный синтез с некогерентным накоплением, б - детальное РЛИ (фрагмент бухты с кораблями): 1- взволнованная морская поверхность, 2 - нефтяные загрязнения, 3 - крупный корабль, 4 - боновые заграждения у входа в бухту, 5 - городская застройка, 6 - промышленные сооружения, 7 - горный рельеф, 8 - корабли разных классов на стоянках, 9 – поля

Список литературы:

1. Неронский Л.Б., Михайлов В.Ф., Брагин И.В Радиолокаторы с синтезированной апертурой антенны /Учеб. пособие/ СПбГУАП. СПб., 1999. Ч. 2. 220 с.
2. Верба В.С., Неронский Л.Б., Осипов И.Г., Турук В.Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / Под ред. В.С. Вербы. – М.: Радиотехника, 2010. – 680 с. ил. (Научная серия «Системы мониторинга воздушного, космического пространства и земной поверхности»).
3. Концептуальное проектирование радиолокационной станции с синтезированием апертуры антенны (РСА) на воздушном носителе «из первых принципов» А.Э. Рассадин, НРО НТОРЭС им. А. С. Попова, Журнал радиоэлектроники, №1, 2012.
4. Теоретические и физические основы радиолокации и специального мониторинга : учебник / А. Н. Фомин, В. Н. Тяпкин, Д. Д. Дмитриев [и др.] ; под общ. ред. И. Н. Ищука. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – 292 с.

Суоров М.Д. Разработка администрирования пространственных экранов

Научный руководитель: Жуковский В.Ф.

Цель работы: Разработать административный софт для задания конфигурации и управления стены экранов для визуализации 3D контента.

Данная цель была поставлена в связи с проведением с ноября 2023 по апрель 2024 выставки-форума «Россия» в ВДНХ в Москве. Глобальная задача заключается в демонстрации 3D контента на экспозиции Санкт-Петербурга.

Экспозиция представляет собой некоторое количество экранов, расставленных по пространству (рисунок 1). Имеются боковые экраны, напольный и сферический.

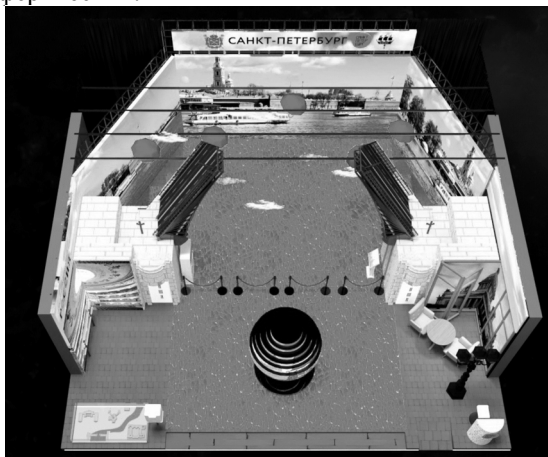


Рисунок 1 — Экспозиция Санкт-Петербурга

Задачу подобной визуализации часто в мире решают при помощи специальной аппаратуры, которая берёт в качестве входных данных готовое изображение, а затем делит его на нужные кусочки и располагает их в соответствующих экранах. Данный подход обладает рядом минусов:

- большие требования к видеокarte для выдачи изображения;
- потеря детализации изображения при масштабировании;
- сложность создания пространственной структуры из экранов.

В качестве концепта для устранения вышеперечисленных минусов было предложено использовать браузерные технологии (рисунок 2). Идея состоит в загрузке на нужных машинах однотипного контента вместе с библиотекой для 3D визуализации THREE.js, моделировании 3D сцены (возможно применении распределённых вычислений) и отображении только определённого участка этой сцены благодаря методам библиотеки.

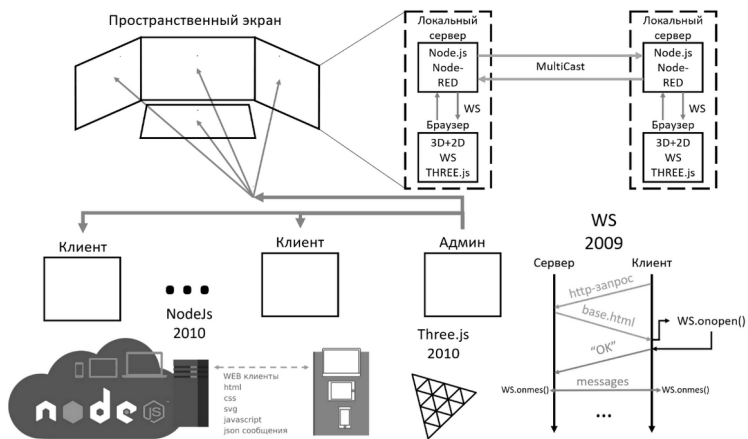


Рисунок 2 — Общйй концепт системы

Для реализации последнего пункта идеи требуется понимание того, как расположены экраны в пространстве, а также с какой точки пространства они наблюдаются. Задача администрирования сводится к переносу физической конструкции стенда в цифровой и передачи полученной конфигурации экранам для отображения нужного куска сцены.

В соответствии с этим, в инструмент администрирования входит браузерная 3D среда с возможностью создания, изменения и удаления плоских экранов, точек наблюдения, локальных систем координат.

Математическая модель пространственных экранов сводится к определению параметров камеры (средство визуализации в THREE.js для получения изображения из 3D сцены) для наблюдения участка пространства из выбранной точки наблюдения. Такими параметрами является:

- Fov – угол раствора камеры;
- α – угол поворота по оси X;
- β – угол поворота по оси Y;
- γ – угол поворота по оси Z;
- allW – вся ширина плоскости наблюдения;
- allH – вся высота плоскости наблюдения;
- x – смещение участка наблюдения по оси X;
- y – смещение участка наблюдения по оси Y;
- w – ширина участка наблюдения;
- h – высота участка наблюдения.

Для определения параметров решается следующая задача.

Исходные данные:

- координаты вершин экрана в трёхмерном пространстве (A; B; C; D);
- координаты точки наблюдения в трёхмерном пространстве (O).

Алгоритм:

1. Определяем проекцию точки O на плоскость $ABC \Rightarrow O_n$.
2. Определяем максимально удалённую точку среди A, B, C, D от точки $O \Rightarrow K$.
3. Строим прямоугольник $A_1B_1C_1D_1$ по точке K и точке O_n , которая будет его центром. Стороны прямоугольника параллельны сторонам прямоугольника $ABCD$.
4. Определяем Fov из отрезка OO_n и высоты прямоугольника $A_1B_1C_1D_1$.
5. Определяем x, y по левым верхним краям прямоугольников.
6. Определяем w и h из прямоугольника $ABCD$.

Визуализация данных параметров представлена на рисунке 3.

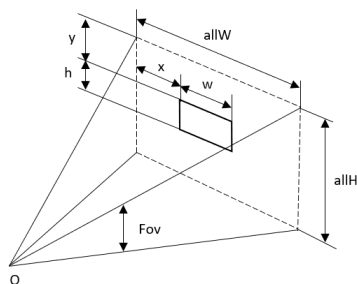


Рисунок 3 — Схема камеры с отображением параметров

Визуализация алгоритма представлена на рисунке 4. Вид по нормали к плоскости ABC .

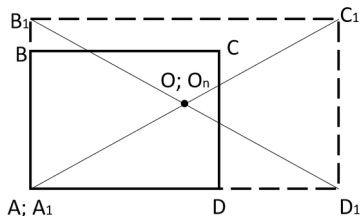


Рисунок 4 — Визуализация алгоритма получения параметров камеры

Заключение, результаты или выводы: Разработан административный софт для задания конфигурации и управления стены экранов для визуализации 3D контента.

Список литературы

1. Вильданов А.Н. 3D-моделирование на WebGL с помощью библиотеки Three.js: учебное пособие. Уфа: Изд-во РИЦ БашГУ, 2014. 113 с.

Товкало М.М. История развития межступенных соединительных отсеков баллистических ракет СССР

Научный руководитель: Федоров А.М.

Аннотация: в статье рассматривается техническое совершенствование переходных отсеков межконтинентальных баллистических ракет. Автор проводит закономерность развития соединительных отсеков различных конструкторских бюро в СССР.

Ключевые слова: соединительный отсек (СО), баллистические ракеты СССР (БР СССР), межступенные отсеки (МО).

Развитие соединительных отсеков баллистических ракет в СССР играло важную роль в истории советской ракетостроительной отрасли. Изменения в конструкции этих отсеков не только отражали научно-технический прогресс, но и способствовали увеличению эффективности и надежности ракетных систем. Процесс их развития можно разбить на несколько этапов, по мере того как конструктивные особенности становились более совершенными и технологии становились более продвинутыми.

Первые исследования в области межступенного отсека появились в результате исследований по созданию двухступенчатой баллистической ракеты по постановлению правительства от 13 февраля 1953 года. Так как данная область исследований была новой, перед конструкторами встало множество научно-технических проблем. Одной из таких являлось отсутствие возможности использования одноступенчатой компоновки из-за ограниченности на тот момент высокоэнергетическим топливом. В результате на свет появилась ракета Р-7. Однако её ступени соединялись параллельно. [1]

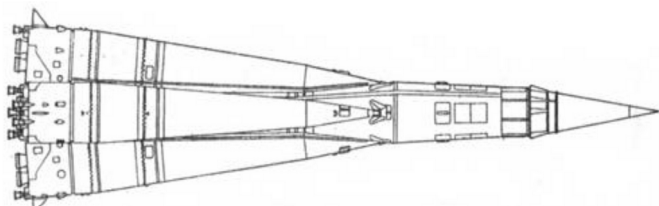


Рисунок 1 – Схема ракеты Р-7

Впервые соединительный отсек в ракете последовательной компоновки использовался в Р-16 (ВК64), которая разрабатывалась ОКБ-586 под руководством Михаила Янгеля (ныне ГКБ «Южное»). Проектирование изделия стартовало 17 декабря 1956 года.

Далее представлена таблица, в которую сведены данные по созданным БР СССР. (см. табл. 1 и 2)

В этих таблицах представлены БР с краткой информацией. Ракеты сгруппированы по месту разработки. Это сделано с целью выявления зако-

номерности между различными элементами конструкции, типом, а также между местами разработки.

Таблица 1 – БР СССР и их место разработки

Название ракеты	Год начала разработки	Название разрабатывающего КБ	Главный конструктор
РТ-15. 8К96 [2]	04.04.1961	КБ «Арсенал» (ЦКБ-7)	П.А. Тюрин
УР-200. 8К81 [3]	16.03.1961	КБ «Салют» (ОКБ-52)	В.Н.Челомей
«Урал» УР-500. 8К82 [4]	24.04.1962	КБ «Салют» (ОКБ-52)	В.Н.Челомей
УР-100. 8К84 [5]	30.03.1963	КБ «Салют» (ОКБ-52)	В.Н.Челомей
УР-100Н. 15А30 [6]	02.09.1969	ЦКБМ,Филевский филиал № 1 ЦКБМ	В.Н.Челомей
Р-9А. 8К75 [7]	30.05.1960	РКК «Энергия» им. С.П. Королева (ОКБ-1)	С.П. Королев
РТ-2П. 8К98П (РС-12) [8]	18.12.1968	РКК «Энергия» им. С.П. Королева (ОКБ-1)	В.П. Мишин
Р-16. ВК64 [9]	17.12.1956	ГКБ «Южное» (ОКБ-586)	М.К. Янгель
Р-36. 8К67 [10]	16.04.1962	ГКБ «Южное» (ОКБ-586)	М.К. Янгель
РТ-20П. 8К99 [11]	24.08.1965	ГКБ «Южное» (ОКБ-586)	М.К. Янгель
Р-36М. 15А14 (РС-20А) [12]	02.09.1969	КБ «Южное»	С.И. Ус
МР- УР-100. 15А15 [13]	19.08.1970	КБ «Южное»	М.К. Янгель и В.В. Уткин

Таблица 2 – БР СССР и особенности их СО

Название ракеты	Название разрабатывающего КБ	Вид и тип соединения	Тип разделения ступеней	Тип двигателя
РТ-15. 8К96	КБ «Арсенал» (ЦКБ-7)	Ферменный	Горячее	РДТТ
УР-200. 8К81	КБ «Салют» (ОКБ-52)	Закрытый	Холодное	ЖРД
«Урал» УР-500. 8К82	КБ «Салют» (ОКБ-52)	Ферменный	Горячее	ЖРД
УР-100. 8К84	КБ «Салют» (ОКБ-52)	Закрытый с окнами	Холодное	ЖРД

УР-100Н. 15А30	ЦКБМ, Филевский филиал № 1 ЦКБМ	Закрытый	Холодное	ЖРД
Р-9А. 8К75	РКК «Энергия» им. С.П. Королева (ОКБ-1)	Ферменный	Горячее	ЖРД
РТ-2П. 8К98П (РС-12)	РКК «Энергия» им. С.П. Королева (ОКБ-1)	Ферменный	Горячее	РДТТ
Р-16. 8К64	ГКБ «Южное» (ОКБ-586)	Закрытый	Холодное	ЖРД
Р-36. 8К67	ГКБ «Южное» (ОКБ-586)	Закрытый	Холодное	ЖРД
РТ-20П. 8К99	ГКБ «Южное» (ОКБ-586)	Закрытый с окнами	Горячее	РДТТ И ЖРД
Р-36М. 15А14 (РС-20А)	КБ «Южное»	Закрытый	Холодное	ЖРД
МР- УР-100. 15А15	КБ «Южное»	Закрытый	Холодное	ЖРД

Для начала рассмотрим разработку РТ-15 (8К96), созданную на предприятии ЦКБ-7 (КБ «Арсенал»). Эта ракета была первой баллистической двухступенчатой твердотопливной ракетой СССР. Ниже приведена проекция ракеты в транспортировочном контейнере.

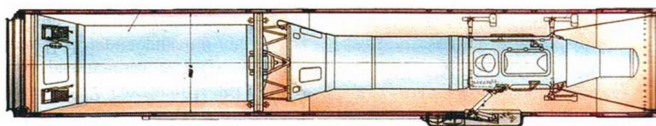


Рисунок 2– Проекция ракеты РТ-15 в транспортировочном контейнере

На данном рисунке отчётливо видно ферменный соединительный отсек. Такой тип отсека был использован из-за того, что разделение ступеней на данной ракете происходит по «горячей» схеме, то есть двигатель второй ступени запускается до того, как отстыкуется предыдущая.

Далее предлагаю рассмотреть семейство МБР (УР-200, «Урал» УР-500, УР-100 и УР-100Н) под разработкой Владимира Николаевича Челомея в различных КБ. Для наглядности прошу уделить внимание рисункам ниже. (см. рис. 3, 4, 5 и 6)

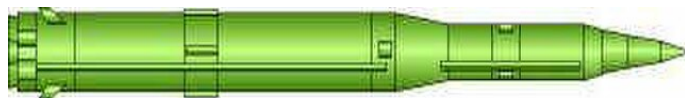


Рисунок 3 – УР-200

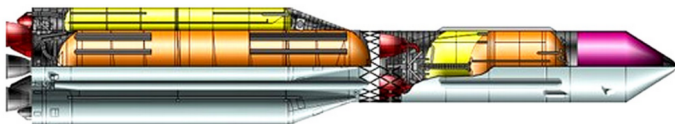


Рисунок 4 – «Урал» УР-500



Рисунок 5 – УР-100



Рисунок 6 – УР-100Н

На рисунках видно, что большая часть СО представлены закрытого типа. Это обусловлено тем, что разделение ступеней происходило по «холодной» схеме, то есть двигатель последующей ступени запускался только после отхождения предыдущей ступени на достаточное расстояние. Однако УР-500 имеет межступенной отсек ферменного типа производя «горячее» разделение. В дальнейшем именно УР-500 станет основным ракетоносителем «Протон».

РКК «Энергия» также разрабатывались МБР, использовавшие горячее разделение с ферменными отсеками.



Рисунок 7 – Р-9А

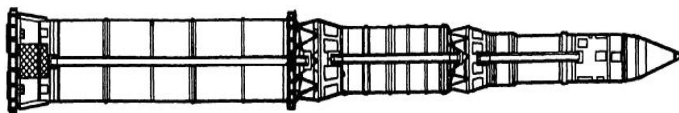


Рисунок 8 – РТ-2П

Эти ракеты похожи соединительными отсеками, однако если Р-9А имела жидкостные ракетные двигатели, то РТ-2П уже оснащалась ракетными двигателями на твёрдом топливе.

Множество экземпляров было сконструировано в КБ «Южное». В большинстве своих разработок, бюро держалось определённых рамок, таких как полностью закрытый переходной отсек, а также разделение ступеней происходит по «холодной» схеме.



Рисунок 9 - P-16



Рисунок 10 - P-36

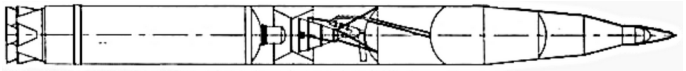


Рисунок 11 - RT-20П



Рисунок 12 - P-36М



Рисунок 13 - MR- UR-100

Исключением стала ракета RT-20П, которая имела закрытый переходной отсек с окнами, а также расстыковывалась по «горячей» схеме.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что в большинстве случаев каждое конструкторское бюро придерживалось одного и того же типа соединительного отсека, который разрабатывался и модифицировался со временем.

Список литературы:

1. Техника и вооружение (журнал) за 2001 05-06. -- URL: <https://books-all.ru/read/199161-tehnika-i-vooruzhenie-2001-05-06.html> (дата обращения: 17.02.2024).
2. URL: <http://militaryrussia.ru/blog> (дата обращения: 03.03.2024, 09.03.2024, 10.03.2024).

Санкт-Петербургский горный университет имени императрицы Екатерины II

- Г.А. Иовлев к.т.н., старший преподаватель кафедры «Строительство горных предприятий и подземных сооружений», научный руководитель
- Г.Д. Павленко студент 6 курса кафедры «Строительство горных предприятий и подземных сооружений»

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

- А.К.Федин к.т.н., старший преподаватель кафедры САПРиУ, научный руководитель
- Д.Ю. Шишко студент 4 курса кафедры САПРиУ

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

- А.С. Чирцов д.т.н., к.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедры физики СПбГЭТУ «ЛЭТИ», научный руководитель
- А.А. Владимирская студентка 1 курса кафедры «Информационные системы»
- А.А. Гренадерова студентка 1 курса кафедры «Информационные системы»
- А.М. Урусов студент 1 курса кафедры «Информационные системы»

Павленко Г.Д. Генеративный дизайн при определении местоположения станций метрополитена

Научный руководитель Иовлев Г.А.

Введение. Генеративный дизайн — это подход к проектированию какого-либо цифрового/физического продукта, при котором человек делегирует часть своих задач программе. В этом случае человек не сам ищет оптимальный вариант решения поставленной задачи, а задает программе параметры и ограничения для достижения результата. После чего программа генерирует варианты решения задачи самостоятельно, а человек оценивает результаты и выбирает наиболее подходящий из них. При этом важное отличие генеративного дизайна от простого перебора исходных параметров по принципу «каждый с каждым» состоит в том, что программа отбирает наиболее подходящие под данную задачу варианты эволюционным способом. Программа самостоятельно оценивает первично сгенерированные ею же варианты продукта и выбирает для следующего поколения генерации наиболее подходящие варианты из предыдущего поколения.

Цель проекта — использовать генеративный дизайн при проектировании станции метрополитена.

Вопрос выбора местоположения будущей станции метрополитена достаточно сложная и комплексная задача, особенно в больших мегаполисах, таких как Санкт-Петербург и Москва. Помимо всех обыкновенных трудностей, возникающих при проектировании станций метро, при строительстве станции в центре города также добавляется присутствие объектов исторической застройки, за которыми нужно следить и которые не должны пострадать в результате строительства новой станции.

Возникает вопрос, как максимально точно определить местоположение будущей станции, причем так, чтобы она оказала наименьшее влияние на здания на поверхности. На данный момент подбор месторасположения будущей станции осуществляется по следующим принципам:

- имеется представление о примерных мульдах оседания станций каждого типа, в зависимости от их размера и глубины заложения;
- имеется представление о примерном месте расположения станции (желательно чтобы станция располагалась под дорогой, наклонные ходы выходили в тех местах, где есть возможность построить вестибюль и тд. и тп.);
- станция должна быть согласована с перегонными туннелями (условно не может туннель от предыдущей станции быть перпендикулярен новой станции)

Все вышеперечисленное позволяет определить примерное местоположение будущей станции, однако использование генеративного дизайна позволило бы учесть намного большее количество факторов и выбрать местопо-

ложение станции более точно, исходя из входных параметров конкретной станции, а не руководствуясь общими принципами.

Как раз тут и возникла идея: А что если подбирать местоположение будущей станции метро с помощью алгоритма, который бы учитывал влияние всех вышеперечисленных факторов и на выходе предлагал наиболее оптимальное местоположение.

Принцип работы алгоритма. Алгоритм был реализован в среде визуального программирования Дупато. Для его реализации были выполнены, следующие шаги:

1. Выбрано возможное месторасположение будущей станции в городе Санкт-Петербург;
2. Перенесена существующая застройка в 3D, для возможности ее учета в алгоритме;
3. Из программного комплекса Abaqus (МКЭ комплекс, который был использован для расчета мульды оседаний) была выгружена мульда оседания (то насколько «опустится» поверхность) при строительстве станции в похожих геологических условиях.

За исходные данные в алгоритме были взяты:

- Геометрия наземной застройки;
- Мульда оседания;
- Зона расположения будущей станции.

Параметры, которые были доступны для изменения в алгоритме:

- Место расположение будущей станции в рамках обозначенной зоны (координаты x и y);
- Угол поворота станции (так чтобы станция была согласована с перегонными туннелями).

Параметры, по которым оценивалось наиболее удачное месторасположение станции:

- Площадь попадания наземной застройки в мульду оседания, причем чем больше величина оседания, тем хуже то, что туда попадает наземный объект.

В результате работы алгоритма мы получаем десяток наиболее удачных вариантов расположения станции, которые можем самостоятельно отфильтровать по входным и выходным параметрам, определив для себя самый подходящий из них.

Заключение. Разработанный алгоритм показал, как можно использовать генеративный дизайн в задачах проектирования будущих станций метрополитена. Данный алгоритм можно продолжать улучшать, задавая большее количество параметров и приближая данную задачу к реальности.

Список литературы

1. Generative Design Primer: [Электронный ресурс].
URL: <https://www.generativedesign.org/>. (Дата обращения: 07.11.2023).

Шишко Д.Ю. Алгоритм обучения управлению процессом получения твердых сплавов

Научный руководитель: Федин А.К.

Аннотация: Для более эффективного и быстрого погружения в процесс работы с печами для производства твердых сплавов необходимо придумать гибкий настраиваемый комплекс, который будет отвечать всем потребностям начинающего специалиста по эргономике и качеству обучения. В рамках данной работы будет рассматриваться алгоритм обучения управлению процессом получения твердых сплавов, а также окно для создания сценария обучения и протокол, который формируется инструктором после прохождения оператором печи задания.

Ключевые слова: спекание, твердые сплавы, обучение управлению, оператор печи, печь.

Спекание керамических материалов – это процесс обработки сырья с целью создания твердого и прочного керамического изделия. Характеристики сырья, которые имеют важное значение в процессе спекания, включают: химический состав, зернистость, пористость, термическая устойчивость и реакция при сжатии [1, 2].

На рисунке 1 представлен алгоритм обучения управлению процессом получения твердых сплавов. Алгоритм разделен на 2 части – это задание сценария, который описывает шаги инструктора для создания сценария для оператора печи и процесс моделирования, в котором оператор печи проходит заданный инструктором сценарий, а затем инструктор формирует протокол, по которому обучаемого можно будет оценить.

В первой части алгоритма инструктор выбирает пользователя из базы данных пользователей, который будет проходить обучение, тип материала, который необходимо будет использовать обучаемому в качестве исходного сырья, марку печи, в которой будет происходить процесс спекания и показатель качества твердого сплава, который надо будет получить оператору печи в определенном диапазоне, чтобы выполнить задание. Затем инструктор вводит диапазон характеристики твердого сплава и сохраняет сценарий, пример окна для создания сценария обучения представлен на рисунке 2.

Во второй части алгоритма оператор печи авторизуется под своим логином и паролем, получается из базы данных сценарий обучения, знакомится с заданием, который поставил ему инструктор и приступает к моделированию. Обучаемый последовательно изменяет входные параметры и запускает процесс, пока характеристики твердого сплава не будут в требуемых диапазонах. После достижения цели задания обучение завершается и результаты моделирования, все изменения входных параметров, результат обучения сохраняются в базу данных, затем оператор заходит в программу и формирует протокол обучения, представленный на рисунке 3.

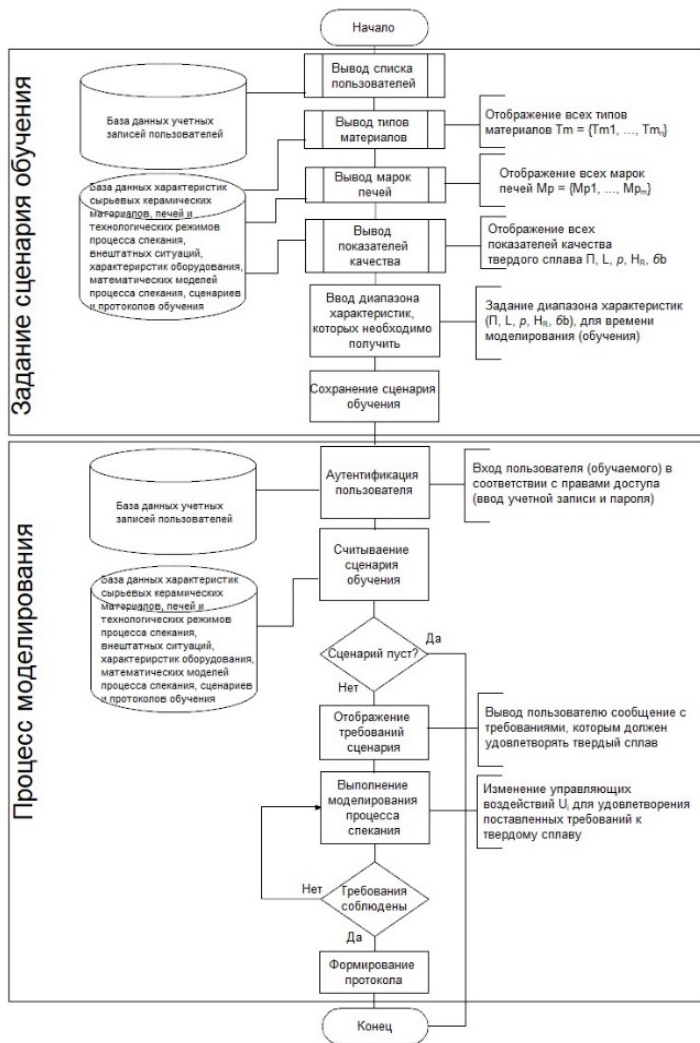


Рис. 1: Алгоритм обучения управлению процессом получения твердых сплавов

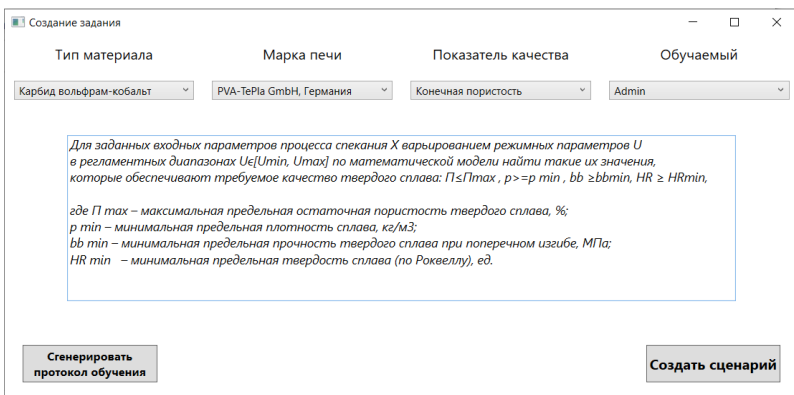


Рис. 2: Пример окна для создания сценария обучения

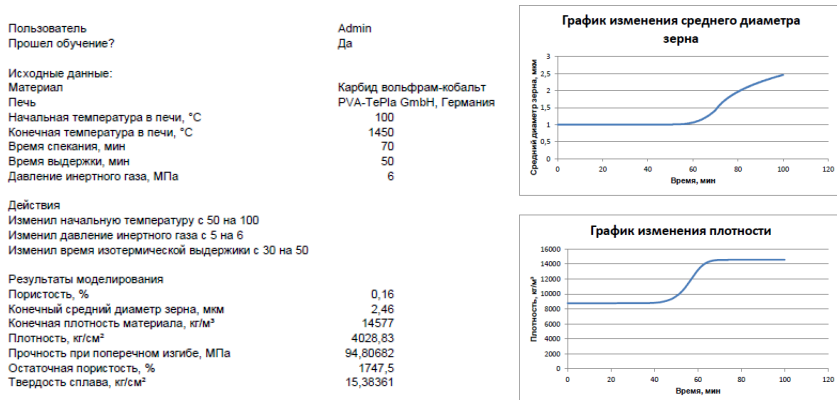


Рис. 3: Пример сформированного протокола

Список литературы

- Орданьян, С. С. Технология наноструктурированных керамических материалов. Новые керамические инструментальные материалы : учебное пособие / С. С. Орданьян, И. Б. Пантелеев ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 86 с.
- Френкель, Я. И. Введение в теорию металлов : научное издание / Я.И. Френкель; под редакцией С. В. Вонсовского. – Изд. 4-е. – Ленинград : Наука, Ленинградское отделение, 1972. – 424 с.

Гренадерова А. А., Урусов А.М, Владимирская А.А.
Виртуальная модель лабораторной установки для исследования магнитного поля кругового тока «Виток с током»

Научный руководитель: Чирцов А.С.

Информатизация образования — это совершенствование обучения с помощью современных информационных технологий, предполагающее применение специальных способов связи обучающихся и преподавателей на расстоянии. В интернете существует множество обучающих видео, лекций, учебников и тестов. Однако очень важная часть обучения студентов технических специальностей — это применение полученных теоретических знаний в практических условиях — лабораторные работы. Но если обстоятельства не позволяют снять замеры на физических лабораторных установках, студенту будет сложно усвоить, как работает тот или иной закон физики.

Основная цель проекта — создание виртуальной модели лабораторной установки «Виток с током», позволяющей производить расчеты ЭДС индукции для исследования магнитного поля кругового тока.

Описание модели

Виртуальная модель установки состоит из кольца — витка с током (кольцевая катушка с намотанным внутри медным проводом и подключенная к генератору), датчика (зонда) и стола с координатной сеткой, по которому можно двигать датчик.

Описание работы

Виртуальная лабораторная установка предполагает 2 режима работы: «Преподаватель» и «Студент».

В режиме «Преподаватель» появляется возможность изменения параметров установки — силы тока в витке (I) и его радиуса (R). После того как введены параметры, они сохраняются в базу данных Firebase Database. Для того, чтобы попасть в этот режим, необходимо пройти авторизацию, реализованную через систему Firebase Authentication.

В режиме «Студент» авторизации и возможности изменять параметры нет. При выполнении работы студент получает данные, заданные преподавателем.

Виртуальная модель позволяет в разных точках стола с помощью поворота датчика получать значения индукции магнитного поля, созданного током, протекающим в кольце. Для снятия замеров с помощью виртуальной установки студент меняет положение датчика, двигая его курсором и поворачивая с помощью колесика мыши (угол поворота датчика влияет на измерения — по методическим указаниям следует записывать максимальное значение в точке, а чтобы его найти, необходимо поворачивать датчик, следя за получаемыми значениями). Чтобы расположить датчик точнее, можно восполь-

зоваться стрелками на клавиатуре, которые меняют положение камеры в трёх ракурсах.

В окне справа от установки отображаются текущие значения: частота переменного тока в кольце (f); сила тока в кольце (I); напряжение (U); ЭДС индукции (индуцированное напряжение) (E). Их можно зафиксировать с помощью кнопки «Записать» или клавишей Enter, тогда текущие значения (положение датчика, E_3) появятся в окне слева. Когда пользователь закончит выполнение лабораторной работы, он может сохранить свои измерения в текстовый файл со всеми сохранёнными значениями.

3D-модель виртуальной лабораторной установки создавалась с помощью инструментов Three.js для языка JavaScript. Модели витка, зонда и стола были спроектированы в Компас 3D и переведены в формат STL. Подключение stl-моделей к Three.js реализовано через STLoader. Оформление сайта выполнено с использованием технологий HTML, CSS, JavaScript.

Значения, которые мы получаем в правом окне, рассчитываются по формулам. Для того чтобы найти рабочую формулу, были использованы закон Био-Савара-Лапласа, правило суперпозиции, явление электромагнитной индукции. Ток, протекающий в витке создает магнитное поле, индукция которого вычисляется по формуле:

$$dB = \frac{\mu \mu_0 Idl \sin \alpha}{4 \pi r^2} \quad \text{— в скалярном виде,}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu \mu_0 I}{4 \pi} \int \frac{[d\vec{l}, \vec{R} - \vec{r}]}{|\vec{R} - \vec{r}|^3} \quad \text{— в векторном виде с интегралом,}$$

где: μ_0 – магнитная проницаемость (const); I – сила тока в витке; R – вектор расстояния от точки начала отсчета до датчика; r – вектор расстояния от датчика до каждого dl датчика (dl – 1/360 витка).

Процесс измерения значений индукции магнитного поля основан на использовании явления электромагнитной индукции:

$$U = -\frac{d\Phi}{dt}.$$

Поскольку катушка, создающая исследуемое магнитное поле, питается переменным током частоты f , то

$$U = \frac{1}{\sqrt{2}} \pi f B S w,$$

где f – частота переменного тока; S – площадь охваченная током витка; w – число витков катушки.

На основании этих формул, мы вывели конечную, используемую в расчетах нашей программы:

$$E_3 = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot f \cdot S \cdot w}{4\sqrt{2}} \int \frac{[d\vec{l}, \vec{R} - \vec{r}]}{|\vec{R} - \vec{r}|^3}$$

Данная формула принимает на вход координаты, константы и введенные параметры, и считает ЭДС индукции, как и реальная установка.

Принцип работы

Двигая датчик по столу и измеряя индукцию магнитного поля в различных его точках, можно построить картину исследуемого поля. Для этого нужно расположить в произвольной точке плоскости датчик таким образом, чтобы ось датчика была направлена по вектору магнитной индукции в данной точке. После этого следует переместить датчик на небольшое расстояние и снова сориентировать его по направлению вектора индукции магнитного поля в этой точке.

Линиями индукции магнитного поля называются линии, касательные к которым в любой их точке совпадают с направлением вектора индукции магнитного поля в этой точке, а густота линий пропорциональна значению величины магнитной индукции.

Заключение

Разработанная виртуальная лабораторная установка «Виток с током» позволяет студентам дистанционно снимать замеры для лабораторных работ, а также может помочь в изучении на практике закона Био-Савара-Лапласа.

Список литературы

1. Методические указания для лабораторных работ кафедры физики СПбГЭТУ ЛЭТИ.
2. Физический энциклопедический словарь, Москва, «Советская энциклопедия», 1983, стр. 731

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

М.Д. Дьячихина Студентка 1 курса кафедры «Клиническая психология»,
выпускница Юношеского клуба космонавтики
им.Г.С.Титова

Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»

В.Ф. Жуковский к.т.н., заведующий сектором ГБНОУ «СПБ ГДТЮ»,
научный руководитель

Н.В. Гарифуллина педагог дополнительного образования
ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», научный руководитель

Г.А. Грачев педагог дополнительного образования
ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», научный руководитель

М.А. Купорова педагог дополнительного образования
ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», научный руководитель

А.В. Лаевская учащаяся 9 класса ГБОУ СОШ № 89,
Юношеский клуб космонавтики им.Г.С.Титова

Т.Е. Оршанский учащийся 9 класса, ГБОУ СОШ № 515,
Юношеский клуб космонавтики им.Г.С.Титова

А.Е. Рудоманова студентка 2 курса ИСПО «Политех»,
Юношеский клуб космонавтики им.Г.С.Титова

Дьячихина М.Д. Космическая психология. Особенность подготовки космонавтов

Космическая психология довольно молодая наука, которая зародилась с подготовкой первого полёта человека в космос. Она изучает воздействие специфических условий и факторов космического полёта на психологические аспекты деятельности космонавтов. Роль психолога в профессиональной жизни космонавтов велика, поскольку он сопровождает их на этапах: подготовки, обучения, построения команды, покорения космического пространства и реабилитации после полёта.

Актуальность данной темы обусловлена возрастающим интересом к длительным космическим полетам, планам по колонизации других планет и необходимостью обеспечения эффективного функционирования экипажей в условиях ограниченного пространства и изоляции. Психологическое здоровье и эффективность космонавтов непосредственно влияют на успешность миссий, что делает изучение этих аспектов жизненно важным для будущих исследований и технологий в области космических путешествий.

Цель работы: Исследование особенности подготовки космонавтов с психологической точки зрения, анализ психологических аспектов, связанных с длительным пребыванием в космическом пространстве.

Задачи:

1. рассказать об истории, целях и задачах космической психологии,
2. проанализировать значение и необходимость данной науки для космонавтики,
3. изучить психологические требования, которым должны соответствовать кандидаты на роль космонавтов,
4. описать феномены поведения и динамики личности в полете.

Психологические качества кандидатов на роль космонавта оцениваются по результатам психологических исследований, соответствующих собеседований с претендентами, изучения документов, характеризующих их жизнедеятельность, изучения данных наблюдения психологами за претендентами при прохождении ими иных видов отбора.

Можно выделить следующие этапы психологического тестирования:

1. стрессовое интервью,
2. блоки тестов на массив вопросов с выбором ответа да/нет,
3. тест с выбором изображения,
4. проективные тесты, направленные на изучение личности, его межличностные отношения и поведение,
5. испытание в сурдокамере, которое предоставляет полное заключение о личности человека.

В ходе этапа построения команды психологом проводится систематический анализ характеристик личности каждого члена экипажа, чтобы опре-

делить их сильные и слабые стороны, а также налаживается взаимодействие и коммуникация внутри команды для повышения уровня взаимодействия, взаимопонимания, сплоченности, внутригруппового управления, формирование системы взаимозаменяемости

Работая с космонавтами, находящимися на орбите психологи: следят за соблюдением режим труда, отдыха и тренировок; проводят психоневрологический контроль наблюдение за психологическим состоянием; поддерживают работоспособность, отслеживают конфликтные ситуации, помогают с их разрешением; оказывают психологическую поддержку.

Сопровождение в процессе реабилитации также не обходит стороной психологов, для оказания помощи в комплексном восстановлении организма космонавтов. Они оказывают поддержку с целью включения их профессиональных интересов после восстановления, помощь в восстановлении их социального статуса, помогают справляться с изменениями в ритме жизни, восстановить связи с семьей и близкими.

С развитием космической программы стало очевидно, что психология должна шагать в ногу с достижениями космонавтики и даже обгонять ее. Мы должны не только подстраиваться под современные вызовы и потребности, но и опережать их, знать, что будет следующим, чтобы успеть подготовить экипажи к новым задачам и условиям. Будучи впереди и адаптируясь к изменяющимся условиям, мы сможем обеспечить безопасность и успех будущих космических миссий, а также поддержать психологическое благополучие и здоровье будущих космических исследователей.

В ходе работы были изучены история науки, ее цели и задачи, значение и необходимость космической психологии, определены психологические требования к кандидату, рассмотрены феномены поведения космонавтов, изучены основные аспекты работы космических психологов.

Список литературы

1. Зарождение развитие космической психологии. // astronaut.ru url: Зарождение и развитие космической психологии. — Текст : электронный // astronaut.ru : [сайт]. — URL: <https://astronaut.ru/bookcase/books/spacemed/text/17.htm> (дата обращения: 05.03.2024) — Яз. рус.
2. Горбов Ф.Д., Новиков М.А. Экспериментально-психологическое исследование группы космонавтов // Проблемы космической биологии. — М.: Наука, 1965. - Т. 4. - С. 17-26. — Яз. рус.
3. Кодекс поведения экипажа международной космической станции / [Электронный ресурс] // Роскосмос : [сайт]. — URL: <https://www.roscosmos.ru/2248/> (дата обращения: 23.02.2024) — Яз. рус.
4. История отечественной космической медицины / под ред. И.Б. Ушакова Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2001. — Яз. Рус.

Лаевская А.В.
**Исследование крыла, полученного аддитивным методом,
в системе ANSYS**

Научный руководитель: Купорова М.А.

Объектом исследования является модель крыла беспилотного летательного аппарата (БПЛА) аэродинамической схемы «летающее крыло» с сотовой конструктивно-силовой схемой. Расчет и анализ прочности конструкции производится с помощью CAE системы.

CAE – это общее название для программ, предназначенных для решения различных инженерных задач: расчетов, анализа и симуляции физических процессов.

Расчет прочности модели в данной работе будет осуществляться через пакет программ ANSYS.

Ключевые слова: БПЛА, модель крыла, конструктивно-силовая схема, сота, аддитивные технологии.

Цель работы: Изучить крыло беспилотного летательного аппарата аэродинамической схемы «летающее крыло» с сотовой конструктивно-силовой схемой, разработанное с помощью аддитивных технологий.

Задачи:

1. Изучить различные конструктивно-силовые схемы (КСС) крыльев;
2. Изучить сотовую конструктивно-силовую схему крыла;
3. Сравнить и проанализировать основные виды КСС крыльев;
4. Ознакомиться с литературой по CAE-системам, конструкции и прочности крыла;
5. Рассчитать прочность и жёсткость модели крыла БПЛА с помощью CAE-систем.

Создание и разработка новых БПЛА является актуальной задачей российского авиастроения. Непрямое участие человека в управлении и компактность беспилотников делают их перспективным классом ЛА. С самого начала освоения небесного пространства перед конструкторами стояла задача облегчить и укрепить конструкцию крыла ЛА. При проектировании БПЛА особое внимание должно уделяться конструкции. На сегодняшний день на первый план выходит простота конструкции, повышение её прочности и улучшение аэродинамических свойств крыла. На основе этого проведено данное исследование.

Конструктивно-силовая схема (КСС) – это вид расположения основных силовых элементов конструкции самолета. КСС определяет реакцию крыла на внешние силовые факторы и внутреннюю уязву силовых элементов между собой.

Выделяют следующие типы КСС крыла:

- лонжеронные,
- моноблочные и
- кессонные.

В данной работе предлагается использовать сотовую КСС для БПЛА «летающее крыло».

Сотовая КСС – конструкция крыла, состоящая из двух обшивок – несущих слоёв, соединённых сотовым наполнителем и окантованных по периметру элементами каркаса.

Расчёт прочности крыла в данной работе будет осуществляться с помощью пакета программ ANSYS. Под прочностью понимается способность тела сопротивляться внешним нагрузкам. Для прочностного расчета будет использоваться раздел Static Structural. На данном этапе работы осуществляется постановка и решение задачи прочностного расчета (формирование расчетной модели, закрепление, выбор и приложение нагрузок).

- В результате проделанной работы были:
- Изучены основные виды КСС;
- Изучена сотовая КСС;
- Начата разработка 3D-модели с сотовой КСС;
- Начат расчёт прочности модели БПЛА с помощью ANSYS.

Список литературы

1. Ефимов, В.В. Конструкция и прочность самолёта. Крыло [Текст]: учебное пособие / В.В. Ефимов, М.Г. Ефимова, К.О. Чернигин. - М. : ИД Академии Жуковского, 2018. – 76 с.
2. Образцов, И.Ф., Строительная механика летательных аппаратов: Учебник для авиационных специальностей вузов/ И.Ф. Образцов, Л.А. Булычев, В.В. Васильев и др.; Под ред. И.Ф. Образцова. – это М.: Машиностроение, 1986. – 536 с.
3. Погорелов, В.И. Строительная механика тонкостенных конструкций. – Спб.: БХВ-Петербург, 2007. - 528 с.
4. Тарасов, Ю.Л., Расчет на прочность элементов конструкции самолёта: Учеб. Пособие. Изд. Третье, переработанное / Ю.Л. Тарасов, Б.А. Лавров; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2000. – 112 с.
5. Computer-aided engineering [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.britannica.com/technology/computer-aided-engineering> – Английский. (Дата обращения: 03.01.2023).

Оршанский Т.Е.

Алгоритм создания трёхмерной модели с последующим внедрением на авиатренажер на примере самолёта МС-21-310

Научный руководитель: Гарифуллина Н.В.

Цель работы: создание трёхмерной модели пассажирского самолета МС-21-300 с последующей загрузкой в браузер.

Задачи:

1. Рассмотреть перспективный самолет МС-21-300;
2. Изучить программы, с помощью которых будет производиться работа;
3. Создать 3D-модель самолета;
4. Текстурировать 3D-модель самолета;
5. Загрузить модель в браузер.

В качестве используемого самолета был выбран МС-21-300.

МС-21-300 – среднемагистральный самолет нового поколения вместимостью от 163 до 211 пассажиров. Разработкой этого самолета занимается ПАО «Яковлева». Первый полет был произведен еще в 2017 году. На данный момент он проходит серию сертифицированных испытаний.

Было решено использовать именно этот самолет в целях популяризации российской современной гражданской авиации, ярким представителем которой он является.

Одной из ключевых инноваций МС-21 стал новый двигатель ПД-14 разработанный и собранный в России. Само название ПД-14 расшифровывается как Перспективный Двигатель тягой 14 тонн сил. Основными преимуществами двигателя ПД-14 являются:

1. Повышенная экономичность;
2. Оснащение высокоэффективной системой шумопоглощения;
3. Возможность широкого применения в самолетах, работающих на маршрутах различной дальности;
4. Совместимость с различными моделями самолетов, выпущенных ранее.

Однако не обошлось и без минусов. Главными минусами ПД-14 являются его вес и габариты.

В работе использовались программы Blender, Gimp и библиотека Three.js.

Для создания модели была использована программа моделирования Blender. Выбор пал на эту программу, потому что она бесплатная и, в следствие этого, самая популярная из всех в области 3D моделирования. Blender содержит в себе множество инструментов, что делает его пригодным для производства почти любого рода медиа-продукции. Например, рекламные ролики, художественные фильмы, игры и многое другое.

Для текстурирования модели самолета была использована программа GIMP – свободное ПО, которое является бесплатным аналогом ряда графических программ (например таких, как Adobe Photoshop). При помощи GIMP можно создавать графику, логотипы, масштабировать и кадрировать фотографии, комбинировать изображение с использованием слоёв и многое другое. Данная программа будет использована для создания текстуры, потому что она дает больше возможностей, чем представлены в Blender по этому направлению, и, так же как и Blender, она распространяется бесплатно.

Для внедрения разрабатываемой модели в авиасимулятор будет использоваться Three.js. Three.js – библиотека JavaScript, содержащая набор готовых классов для создания и отображения интерактивной 3D графики в WebGL (программе для отображения 3D графики, функционирующей в браузере).

Ключевые моменты создания модели:

1. Создание элементов конструкции самолета. На этом этапе были созданы фюзеляж, крыло, шасси, створки шасси, элементы управления, такие как закрылки, рули высоты и направления, а также реверсы тяги двигателей. Сначала создавался примитив (цилиндр или куб), затем опираясь на добавленные изображения самолета, ему задавалась нужная форма.

2. Еще одним важным фактором при создании модели является расположение точек Origin всех его элементов. Местоположение этой точки определяет где находится объект в 3D пространстве. При проектировании объекта важно положение точки Origin, и особенно это важно в том случае, если объект будет анимирован или использован в сторонних программах, где важно положение данного объекта в пространстве.

Для того чтобы модель выглядела похоже на оригинал необходимо добавить текстуру. Она позволит наложить изображения на 3D-объект. Так будет создан основной цвет самолета, иллюминаторы, стойки шасси, колеса шасси и лобовое стекло. Текстура сначала была создана в GIMP, затем импортирована в Blender, где была наложена на самолет. Для того чтобы наложить текстуру на нужный элемент, сначала требуется выделить все его полигоны, а затем в левом окне с текстурой наложить получившуюся развертку на нужное изображение.

Результатом проделанной работы стала 3D-модель перспективного современного российского самолета MC-21-300. Модель может быть использована на авиационном тренажере, в анимации и других проектах, где может использоваться 3D-графика. Принимая во внимание перспективу развития авиасимуляторов, можно сказать, что проделанная работа может использоваться как инструкция по созданию 3D-моделей с последующим внедрением в авиасимулятор. Это поможет как и популяризировать данное направление так и помочь в подготовке квалифицированных кадров в этой сфере.

Рудоманова А.Е.
Информационное обеспечение игры «Космос»

Научный руководитель: Грачев Г.А.

Цель работы: внедрение информационной системы в процесс проведения Городской познавательной игры для школьников «Космос» для обеспечения автоматизации игры и сохранения исторических данных.

Задачи:

1. Сформировать функциональные и нефункциональные требования;
2. Разработать BPMN-диаграмму процесса игры;
3. Определить набор основных сущностей в системе, а также их атрибутивный состав;
4. Разработать базу данных;
5. Создать пользовательский сценарий;
6. Определить план дальнейшей реализации системы.

Игра «Космос» - это игра по станциям, которую Юношеский клуб космонавтики им.Г.С.Титов проводит для школьников города с 1963 года.

В процессе игры принимает участие большое количество людей и, естественно, неоднократно у организаторов возникают проблемы с регулировкой и отладкой процесса. Несмотря на то, что все время своего существования игра видоизменялась и улучшалась, до сих пор есть нерешённые запросы, которые можно разрешить благодаря современным технологиям.

Помимо автоматизации процесса игры, внедрение информационной системы сможет обеспечить сохранение всех данных после окончания игры и возможность быстро прибегнуть к ним в дальнейшем.

При создании любого веб-продукта очень большую и важную роль играет формирование четкого плана действий и конкретных требований к проекту. В данной работе представлено техническое задание к продукту, которое было сформировано непосредственно вместе с организаторами игры «Космос».

Также будет рассмотрен бизнес-процесс игры в виде BPMN-диаграммы (см. Рисунок 1). В ней мы выделяем основные роли, участвующие в игре и схематично представляем все этапы, через которые они проходят.

Далее на основе этой диаграммы формируются сущности и их атрибуты для создания базы данных по игре, структура получившейся базы данных представлена ниже (см. Рисунок 2).

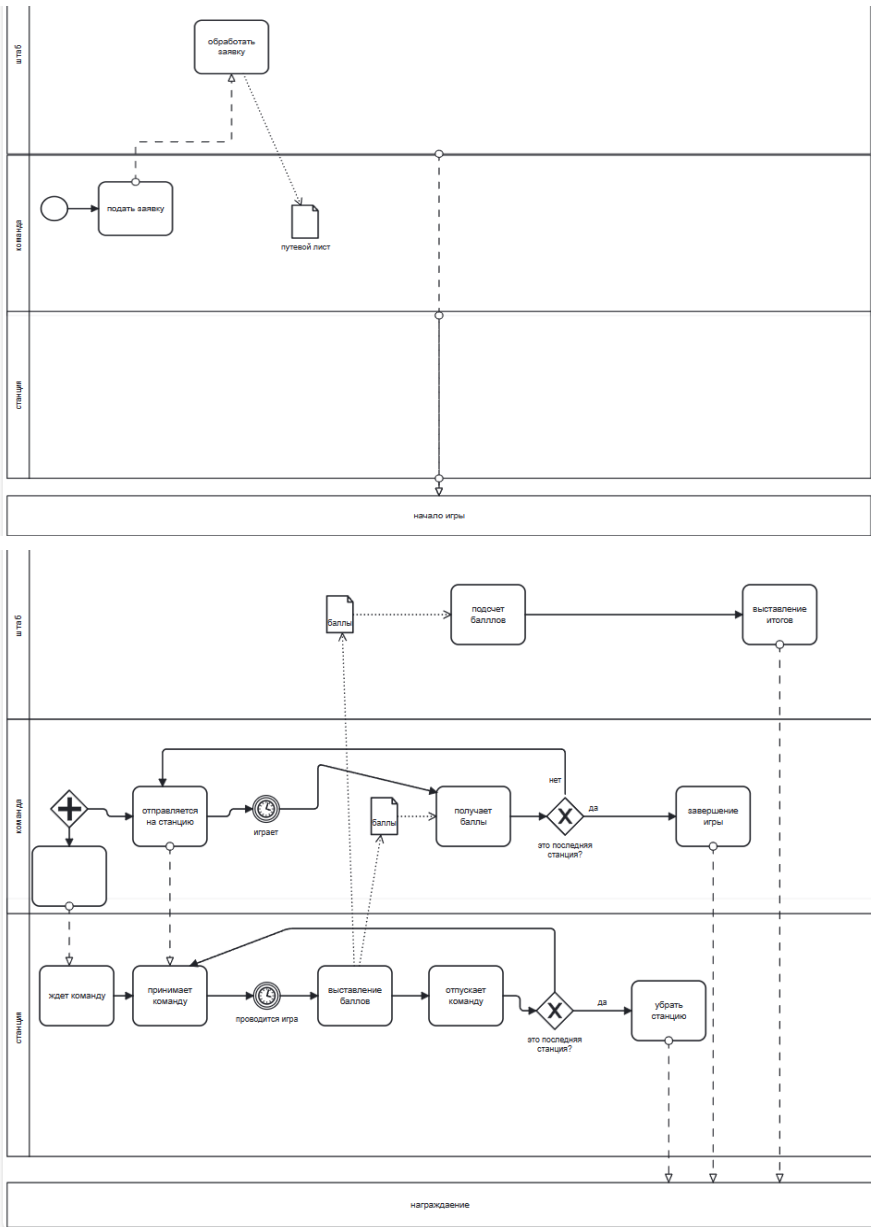


Рисунок 1 - BPMN-диаграмма бизнес процесса игры

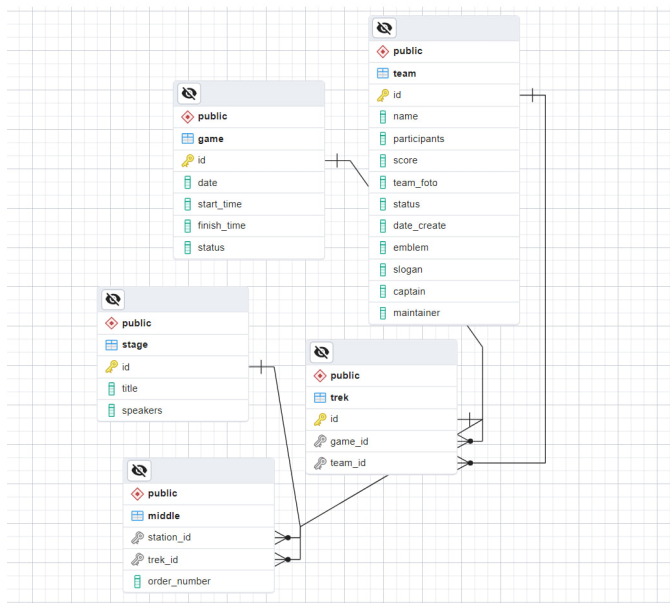


Рисунок 2 – Схема данных

Следующим этапом данной работы станет разработка дизайна будущего веб-приложения. Для того, чтобы это реализовать, потребуется точно продумать все пользовательские сценарии: что будет видеть пользователь на своем экране, в зависимости от роли, какие функции будут ему доступны и т.д. Систематизировав эту информацию, можно будет перейти непосредственно к дизайну.

Список литературы

1. Егорова О.С. Особенности и задачи моделирования бизнес-процессов 2019, стр. 137-140.
2. Слащев Е.С., Норин М.А. Конструктор технического задания 2019г.
3. Иванова А.К., Куленцан А.Л. Базы данных. Системы управления базами данных. 2023, стр. 110-114.
4. Кузьмин Дмитрий Создание технического задания <https://kontur.ru/articles/5945>.
5. 2019 год Понятие сущности. Атрибуты. Виды атрибутов <https://www.bestprog.net/ru/2019/01/24/the-concept-of-er-model-the-concept-of-essence-and-communication-attributes-attribute-types-ru/>.
6. 2021 год Нотация BPMN 2.0: ключевые элементы и описание <https://www.comindware.ru/blog>.

Содержание

Организационный комитет XXII открытой научно-практической конференции.....	4
Предисловие.....	5
Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова.....	6
Васьковский М.В. Модель линейного усилителя программно настраиваемого радиоприемника РЛС.....	8
Григорьев М.С. Расчёт панельно-стержневых конструкций космических аппаратов в программе Ansys.....	10
Гуков Д.В. Модель усилителя мощности.....	14
Гуськов А.Э. Модель пассивных помех, действующих на входе приемника РЛС.....	17
Жеребчиков М. Модель цифрового фильтра нижних частот.....	20
Казанцева А.В. Модель среды распространения радиосигналов.....	24
Купоров М.А. , Никольченко Ю.А., Сырцев А.Н. Особенности построения цифровых моделей в области проектирования летательных аппаратов.....	28
Макеев И.А. Модель радиолокационной станции высокого разрешения для сверхмалого беспилотного летательного аппарата.....	32
Островецкер С. Модель антенны РЛС беспилотного летательного аппарата.....	35
Петухова А.А. Принципы построения и работы радиолокатора с синтезированной апертурой.....	40
Суров М.Д. Разработка администрирования пространственных экранов.....	44
Товкало М.М. История развития межступенных соединительных отсеков баллистических ракет СССР.....	47

**Санкт-Петербургский горный университет
имени императрицы Екатерины II**

**Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)**

**Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).....52**

Павленко Г.Д.
Генеративный дизайн при определении местоположения
станций метрополитена.....53

Шишко Д.Ю.
Алгоритм обучения управлению процессом получения
твердых сплавов.....55

Гренадерова А. А., Урусов А.М, Владимирская А.А.
Виртуальная модель лабораторной установки для исследования
магнитного поля кругового тока «Виток с током».....58

**Санкт-Петербургский государственный педиатрический
медицинский университет**

**Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных».....61**

Дьячихина М.Д.
Космическая психология. Особенность подготовки космонавтов.....62

Лаевская А.В.
Исследование крыла, полученного аддитивным методом,
в системе ANSYS.....64

Оршанский Т.Е.
Алгоритм создания трёхмерной модели с последующим внедрением
на авиатренажер на примере самолёта МС-21-310.....66

Рудоманова А.Е.
Информационное обеспечение игры «Космос».....68