

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

доц. к.т.н. доц.

(должность, уч. степень, звание)



В.К. Пономарев

(подпись)

«29» мая 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Программирование сценариев в Matlab-Simulink»

(Название дисциплины)

Код направления	24.04.02
Наименование направления	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2023 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н. доц.

должность, уч. степень, звание



В.К. Пономарев

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«29» мая 2023 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 13

доц., к.т.н. доц.

должность, уч. степень, звание



Н.А. Овчинникова

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП 24.04.02(01)

доц., к.т.н. доц.

должность, уч. степень, звание



В.К. Пономарев

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание



В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Программирование сценариев в Matlab - Simulink» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 24.04.02 «Системы управления движением и навигация» направленности «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-1 «Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок».

Целью дисциплины «Программирование сценариев в Matlab-Simulink» является ознакомление подготавливаемых специалистов с современными принципами и методами проектирования и моделирования широкого класса динамических систем управления движением подвижных объектов различных классов, исследованием приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделированием, анализом и синтезом систем управления движением и навигации, а также автоматизации проектирования приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, консультации и экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетных единиц, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Программирование сценариев в Matlab-Simulink» является ознакомление подготавливаемых специалистов с современными принципами моделирования электромеханических систем управления движением подвижных объектов различных классов на основе составления сценариев и их реализации в Matlab-Simulink, анализом и синтезом этих систем, автоматизацией проектирования приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации. Основной упор делается на исследование аэрокосмических систем. В процессе изучения дисциплины студенты должны изучить принципы построения сценариев и иерархии взаимодействия математических моделей электромеханических систем. Научиться использовать принципы автоматизации программирования ориентированных на использование современных программных систем. Основными программными системами, используемыми в курсе «Программирование сценариев в Matlab-Simulink» являются MATLAB и Simulink. Полученные студентами необходимые навыки использования программных систем ориентированы на использование их в последующих специальных курсах, научных исследованиях и практической работе.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

### 1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ПК-1.3.1 знать современные тенденции развития приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации летательных аппаратов и техники в целом

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Методология инновационной деятельности;
- Методы теории фильтрации в задачах навигации и управления;
- Современная теория управления;
- Схемотехника гироскопических приборов и систем;
- Методы оптимизации проектных решений;
- Проектирование гироскопических приборов и систем;
- Проектирование микромеханических инерциальных чувствительных элементов;
- Интегрированные системы ориентации и навигации;
- Системы ориентации и управления космическими летательными аппаратами

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют самостоятельное значение и могут быть использованы, как при подготовке диссертаций, так и при дальнейшем освоении модификаций программ Matlab-Simulink.

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, 1Е/(час)</b>	1/ 36	1/ 36
<b><i>Из них часов практической подготовки</i></b>		
<b><i>Аудиторные занятия, всего час.,</i></b> <b><i>В том числе</i></b>	17	17
лекции (Л), (час)	17	17
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	-	-
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<b><i>Самостоятельная работа, всего (час)</i></b>	19	19
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	Зачет.	Зачет.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
Раздел 1 Структура представления математических моделей в MATLAB и SIMULINK.	4				5
Раздел 2. Формирование и преобразование моделей динамических систем..	5				5
Раздел 3. Синтез контуров управления с обратной связью в MATLAB.	4				5
Раздел 4. Прикладные вопросы использования MATLAB и SIMULINK	4				4
Итого:	17	0	0	0	19

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p><b>Структура представления математических моделей в MATLAB и SIMULINK.</b></p> <p>Понятие об объектно-ориентированном моделировании. Ввод математических моделей в MATLAB. Иерархия моделей lti-класса. Структура представления математических моделей lti-класса. Извлечение и использование информации о моделях lti-класса. Формирование и преобразование моделей. Родовые и специальные свойства lti моделей. Специальные свойства моделей подклассов tf, zpk, ss. Чтение и установка значений.</p>
2	<p><b>Формирование и преобразование моделей динамических систем.</b></p> <p>Операции над lti моделями. Переопределяемые базисные операции. Умножение lti моделей, инверсия, конкатенация, транспонирование, выделение и модификация систем. Изменение числа входов и выходов. Формирование моделей с запаздыванием. Аппроксимация моделей с запаздыванием. Особенности моделирования систем с запаздыванием. Функции создания, извлечения информации, преобразования, переопределения и соединения моделей. Программирование функций в MATLAB. Особенности их использования в Simulink-программах. Создание новых блоков с помощью S-функций, Написанных на одном из языков MATLAB, C, C++, Ada, или Fortran.</p>
3	<p><b>Синтез контуров управления с обратной связью в MATLAB</b></p> <p>Метод корневого годографа. Команды особенности применения. Метод заданного расположения полюсов. Синтез оптимальных регуляторов. Фильтр Калмана, его проектирование и анализ. Вычислительные проблемы при расчете систем управления. Обусловленность и численная устойчивость. Масштабирование. Процедуры автоматизированного проектирования. Анализ и управление точностью моделирования.</p>
4	<p><b>Прикладные вопросы использования MATLAB и SIMULINK</b></p> <p>Пример синтеза оптимального терминального регулятора для стыковки космических объектов. Синтез оптимальной по расходу топлива системы ориентации большой упругой межпланетной станции с использованием принципа максимума Понтрягина.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7- Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	19	19
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	16	16
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	3	3
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п.п. 7-11.

## 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
	А.И. Панферов, А.В. Лопарев. Компьютерный анализ и синтез систем ориентации, стабилизации и навигации. Учебное пособие. - СПб.: ГУАП, 2008. - 82 с. <i>guap.ru/guap/kaf12/1-4.doc</i>	100
004(075) П16	А. И. Панферов, А. В. Лопарев, В. К. Пономарев. Применение Mathcad в инженерных расчетах: Учеб. пособие /СПбГУАП. СПб., 2004. 88 с.: ил. <i>ict.edu.ru/ft/005590/panferov.pdf</i>	100
	Л.А. Мироновский, К. Ю. Петрова. ВВЕДЕНИЕ В MATLAB. Учеб. пособие /СПбГУАП. СПб., 2005. 122 с.: ил. <i>guap.ru/guap/kaf44/trud/mironovsky_petrova_matlab.pdf</i>	100
	Г.М. Быкова, А.И. Панферов. Основы автоматизации проектирования систем ориентации, навигации и стабилизации. Учебное пособие, Ленинград, 1982	100
629.7(ГААП) П56	Исследование линейных систем ориентации, навигации и стабилизации с помощью ПЭВМ [Текст] : учебное пособие / В. К. Пономарев, А. И. Панферов, Л. И. Белова ; С.-Петерб. гос. акад. аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГААП, 1993. - 51 с. : схем. - Библиогр. : с. 51 (5 назв.). - ISBN 5-230-10297-7 : Б. ц. Список литературы содержит названия на русском и английском языках.	52
	<a href="http://exponenta.ru/">http://exponenta.ru/</a>	
	<a href="https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf">https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf</a>	

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://matlab.exponenta.ru/	Е.В.Никульчев Control System Toolbox

## 8. Перечень информационных технологий

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	МАТАВ

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13-03а
2	Мультимедийная лекционная аудитория	13-04
3	Дисплейный класс	13-03в

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
зачет	Список вопросов к зачету

**10.2.** В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

**10.3.** Типовые контрольные задания или иные материалы  
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для подготовки к экзамену

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Понятие об объектно-ориентированном моделировании.	ПК-1.3.1
2	Ввод математических моделей в МАТАВ. Иерархия моделей lti-класса.	ПК-1.3.1
3	Структура представления математических моделей lti-класса.	ПК-1.3.1
4	Извлечение и использование информации о моделях lti-класса.	ПК-1.3.1
5	Формирование и преобразование моделей. Родовые и специальные свойства lti моделей.	ПК-1.3.1
6	Специальные свойства моделей подклассов tf, zpk, ss. Чтение и установка значений.	ПК-1.3.1
7	Операции над lti моделями. Переопределяемые базисные операции.	ПК-1.3.1
8	Умножение lti моделей, инверсия, конкатенация, транспонирование, выделение и модификация систем.	ПК-1.3.1
9	Изменение числа входов и выходов.	ПК-1.3.1
10	Формирование моделей с запаздыванием. Аппроксимация моделей с запаздыванием. Особенности моделирования систем с запаздыванием.	ПК-1.3.1
11	Функции создания, извлечения информации, преобразования, переопределения и соединения моделей.	ПК-1.3.1
12	Программирование функций в MATLAB. Особенности их использования в Simulink-программах.	ПК-1.3.1
13	Создание новых блоков с помощью S-функций, написанных на одном из языков MATLAB, C, C++, Ada, или Fortran.	ПК-1.3.1
14	Метод корневого годографа, соответствующие команды и особенности их применения.	ПК-1.3.1
15	Метод заданного расположения полюсов.	ПК-1.3.1
16	Синтез оптимальных регуляторов.	ПК-1.3.1
17	Фильтр Калмана, его проектирование и анализ	ПК-1.3.1
18	Вычислительные проблемы при расчете систем	ПК-1.3.1

	управления. Обусловленность и численная устойчивость. Масштабирование.	
19	Процедуры автоматизированного проектирования.	ПК-1.3.1
20	Анализ и управление точностью моделирования.	ПК-1.3.1
21	Пример синтеза оптимального терминального регулятора для стыковки космических объектов.	ПК-1.3.1
22	Синтез оптимальной по расходу топлива системы ориентации большой упругой межпланетной станции с использованием принципа максимума Понтрягина.	ПК-1.3.1

Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Учебным планом не предусмотрено

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

**10.4.** Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## **11.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **11.1.Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемы результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- Описание методов и алгоритмов, применяемых для решения технических задач моделирования электромеханических систем навигации и управления подвижными объектами;
- Демонстрация примеров решения задач;
- Обобщение изложенного материала;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

Методические указания по освоению лекционного материала имеются в изданном виде, в виде электронных следующих ресурсов библиотеки ГУАП:

[guap.ru/guap/kaf12/1-4.doc](http://guap.ru/guap/kaf12/1-4.doc)

[guap.ru/guap/kaf44/trud/mironovsky\\_petrova\\_matlab.pdf](http://guap.ru/guap/kaf44/trud/mironovsky_petrova_matlab.pdf)

### **11.2.Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать

умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются учебно-методические материалы по дисциплине.

### **11.3.Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине в форме зачета с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой