

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота
ФГБОУ ВО «КГТУ»
БГАРФ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана радиотехнического факультета

/ В.А. Баженов /

27 июня 2018 г.

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине
(приложение к рабочей программе дисциплины)

Моделирование систем и процессов
(наименование дисциплины)

базовой части образовательной программы

по специальности

25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»
(код и наименование специальности)

специализаций:

«Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота»
(код и наименование специализации)

«Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита»
(код и наименование специализации)

Факультет радиотехнический (РТФ)

(наименование)

Кафедра судовых радиотехнических систем (СРТС)

(наименование)

Калининград 2018

1. Результаты освоения дисциплины

1.1. Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: роль математического моделирования в профессиональной деятельности инженера, законы природы, используемые при построении математических моделей, классификацию математических моделей, применяемых в сфере будущей профессиональной деятельности, понятия и методы, используемые при построении математических моделей.

Уметь: применять математические методы на подготовительных этапах моделирования, проводить вычислительный эксперимент и оценивать его результаты, осуществлять выбор метода решения основных оптимизационных задач с применением математических моделей.

Владеть: навыками реализации математических моделей простых объектов, выполнения качественного анализа математических моделей, упрощения математических моделей, применения стандартных программных средств для реализации математических моделей на ПК, решения оптимизационных задач и определения оптимальных условий функционирования математической модели и объекта моделирования.

Таблица 1.1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины

Компетенции выпускника ОП ВО и этапы их формирования в результате изучения дисциплины	Знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций
1	2
<p>ОПК-5: Способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией Этапы формирования компетенции:</p> <p>ОПК-5.1: Способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none">• возможности компьютера, как средства получения информации;• -основные определения понятий в смежных предметных областях. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• использовать INTERNET для извлечения информации;• -создавать и редактировать технические тексты, содержащие математические формулы и графику.• применять полученные навыки и умения для решения профессиональных задач. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">• навыками обслуживания компьютера;• навыками работы в локальной сети;• навыками работы с традиционными носителями информации.

<p>ОПК-5.2: Способность работать с компьютером как средством управления информацией</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • законы природы, используемые при построении математических моделей объектов и процессов; • роль математического моделирования в профессиональной инженерной деятельности; • методы математического описания объектов и явлений в природе и технике. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • строить математические модели (ММ) простых объектов и выполнять качественный анализ ММ; • применять стандартные программные средства для реализации ММ на ПК; • ставить оптимизированные задачи и находить оптимальные условия функционирования ММ и объекта моделирования. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения вычислительных экспериментов и анализа их результатов. • навыками работы с прикладными программами, используемыми в деятельности радиоинженера. • навыками эффективного использования компьютера для представления в доступной и понятной форме результатов своей профессиональной деятельности.
<p>ПК-17: Способность развивать творческую инициативу, рационализаторскую и изобретательскую деятельность, внедрять достижения отечественной и зарубежной науки и техники, внедрять эффективные инженерные решения в практику, в том числе составлять математические модели объектов профессиональной деятельности Этапы формирования компетенций: ПК-17.1: Способность развивать творческую инициативу, рационализаторскую и изобретательскую деятельность</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • структуру международной классификации изобретений; этапы проведения и виды патентных исследований; • отличительные особенности изобретения, промышленного образца, полезной модели и товарного знака; • признаки рационализаторского предложения. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • осуществлять сбор и анализ информации по конструкторско-технологическим решениям прототипа объекта изобретения, по условиям его работы, по конструктивным и эксплуатационным недостаткам, по затратам на

<p>ПК-17.3: Способность внедрять эффективные инженерные решения в практику, в том числе составлять математические модели объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>его изготовление и обслуживание;</p> <ul style="list-style-type: none"> • четко формулировать задачи создания объекта изобретения, выделять среди них главные и второстепенные; • определять основные принципы и недостатки известных решений рассматриваемой задачи, формулировать свои предложения по их устранению. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • типовыми приемами разрешения технических противоречий; • эвристическими методами и приемами поиска новых идей и рациональных конструкторско-технологических решений; • методами решения изобретательских и инженерных задач. <p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • классификацию моделей по способу их реализации, характеру и закономерности изменения фазовых переменных, внутренних и внешних параметров; • виды моделирования и их этапы; • системный подход в моделировании. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • осуществлять моделирование детерминированных сигналов с использованием современных пакетов прикладных программ; • осуществлять имитационное моделирование случайных сигналов с использованием современных пакетов прикладных программ; • осуществлять имитационное моделирование функционирования отдельных функциональных звеньев в составе радиотехнических систем различного назначения с использованием современных пакетов прикладных программ. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами математического моделирования процессов и систем; • навыками оценки результатов модельных экспериментов; • навыками использования пакета прикладных программ MathCAD для прогнозирования изменения параметров и характеристик типовых узлов радиоприемных устройств при замене в них отдельных элементов.
---	---

<p>ПК-24: Способность анализировать результаты технической эксплуатации транспортного радиоэлектронного оборудования, динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности с использованием проблемно-ориентированных методов и средств исследований, а также разрабатывать рекомендации по повышению уровня эксплуатационно-технических характеристик</p> <p>Этапы формирования компетенции:</p> <p>ПК-24.1: Способность анализировать результаты технической эксплуатации транспортного радиоэлектронного оборудования, динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности с использованием проблемно-ориентированных методов и средств исследований.</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понятие объекта профессиональной деятельности: предмета, средств, цели и задач технической эксплуатации транспортного радиоэлектронного оборудования, а также правила исполнения работы (технология процесса профессиональной деятельности) и условий ее организации. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить формализованное описание оцениваемых количественных и качественных параметров объекта профессиональной деятельности. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • расчетно-аналитическими и инструментальными методами оценки показателей качества объектов профессиональной деятельности. • опытом проведения квалитметрической процедуры объектов технической эксплуатации транспортного радиооборудования.
---	---

1.2. Этапы формирования компетенций в результате освоения дисциплины

Этап формирования	Код формируемой компетенции		
	ОПК-5	ПК-17	ПК-24
Раздел 1. Общие вопросы моделирования		+	
Раздел 2. Математические модели воздействий на радиоустройства		+	
Раздел 3. Методы и алгоритмы моделирования воздействий		+	
Раздел 4. Моделирование нелинейных систем	+		+
Раздел 5. Моделирование случайных процессов с заданными вероятностными, числовыми и энергетическими характеристиками	+	+	
Раздел 6. Статистическое моделирование многолучевых радиоканалов	+	+	
Раздел 7. Оптимизация параметров электронных схем	+		+
Раздел 8. Моделирование спутниковых систем связи	+	+	+

2 Перечень оценочных средств поэтапного формирования результатов освоения дисциплины

2.1 Перечень тем лабораторных работ

Степень освоения обучающимися компетенций **ОПК-5, ПК-17, ПК-24** в рамках разделов 2, 3, 4, 5 подвергается оценке в ходе проведения лабораторных занятий и при защите лабораторных работ на очной форме обучения из следующего перечня:

Очная форма обучения

1. Математическое моделирование типовых (элементарных) воздействий на радиотехническое устройство в среде MathCAD.
2. Моделирование аналоговых радиосигналов с различными формами модуляции функциональным методом в среде MathCAD.
3. Моделирование АМ, ЧМ и ФМ сигналов методом комплексной огибающей в среде MathCAD.
4. Модельные исследования эффекта блокирования в преселекторе устройства приема и обработки сигналов в среде MathCAD.
5. Моделирование случайных процессов с заданными вероятностными и числовыми характеристиками в среде MathCAD.

Заочная форма обучения

1. Моделирование АМ, ЧМ и ФМ сигналов методом комплексной огибающей в среде MathCAD.

2.2 Контрольная работа для студентов заочной и заочной ускоренной форм обучения (ОПК-5, ПК-17)

2.3. Вопросы к зачету (экзамену) (ОПК-5, ПК-17, ПК-24).

3 Оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения дисциплины

3.1 Типовые задания по темам лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Математическое моделирование типовых (элементарных) воздействий на радиотехническое устройство в среде MathCAD»

Лабораторное задание:

1. Создать файл в среде MathCAD для реализации математических моделей типовых элементарных сигналов.
2. Реализовать математическую модель прямоугольного импульса напряжения (типовое импульсное воздействие) с амплитудой, обратно пропорциональной его длительности. Исходные данные для моделирования приведены в таблице 1. Записать программный код формирования прямоугольного импульса напряжения с заданными параметрами, построить временную реализацию сигнала, оценить его параметры: амплитуду и длительность.

Таблица 1 – Исходные данные к моделированию прямоугольного импульса напряжения

№ варианта	Длительность прямоугольного импульса, мкс
1	5
2	7
3	9
4	11
5	13
6	15
7	17
8	19
9	21
10	23
11	25
12	27
13	29
14	31
15	33
16	35
17	37
18	39
19	42
20	45
21	47
22	50
23	53
24	57
25	60

3. Реализовать математическую модель гауссова импульса напряжения. Исходные данные для моделирования приведены в таблице 2. Записать программный код формирования двух гауссовых импульсов напряжения с заданными параметрами, построить временные реализации сигналов, оценить его параметры: амплитуду и длительность (по уровню 0,5 от амплитуды). Сделать вывод о взаимосвязи длительности и амплитуды гауссова импульса напряжения.

Таблица 2 – Исходные данные к моделированию гауссова импульса напряжения

№ варианта	Длительность первого гауссова импульса напряжения, с	Длительность второго гауссова импульса напряжения, с
1	5	10
2	7	14
3	9	18
4	11	22
5	13	26
6	15	30
7	17	34
8	19	38
9	21	42
10	23	46
11	25	50
12	27	54
13	29	58
14	31	62
15	33	66
16	35	70
17	37	74
18	39	78
19	42	84
20	45	90
21	47	94
22	50	100
23	53	106
24	57	114
25	60	120

4. Реализовать математическую модель функции отсчетов. Исходные данные для моделирования приведены в таблице 3. Записать программный код формирования двух функций отсчетов с заданными параметрами, построить временные реализации сигналов, оценить период затухающих колебаний, соотнести его величину с параметром τ .

Таблица 3 - Исходные данные к моделированию функции отсчетов

№ варианта	Численное значение параметра τ	
	τ_1	τ_2
1	2	3
1	5	10
2	7	14
3	9	18
4	11	22
5	13	26
6	15	30
7	17	34
8	19	38
9	21	42
10	23	46
11	25	50

1	2	3
12	27	54
13	29	58
14	31	62
15	33	66
16	35	70
17	37	74
18	39	78
19	42	84
20	45	90
21	47	94
22	50	100
23	53	106
24	57	114
25	60	120

5. Реализовать математическую модель импульсов напряжения, описываемых функцией Коши. Исходные данные для моделирования приведены в таблице 4. Записать программный код формирования двух сигналов в соответствии с функцией Коши с заданными параметрами, построить временные реализации сигналов, оценить амплитуду и длительность модельных импульсов.

Таблица 4 - Исходные данные к моделированию импульсов напряжения в соответствии с функцией Коши

№ варианта	Численное значение параметра τ	
	τ_1	τ_2
1	2	3
1	5	10
2	7	14
3	9	18
4	11	22
5	13	26
6	15	30
7	17	34
8	19	38
9	21	42
10	23	46
11	25	50
12	27	54
13	29	58
14	31	62
15	33	66
16	35	70
17	37	74
18	39	78
19	42	84
20	45	90
21	47	94
22	50	100
23	53	106

1	2	3
24	57	114
25	60	120

6. Реализовать математическую модель единичного ступенчатого воздействия. Записать программный код формирования типового ступенчатого воздействия с помощью встроенной функции Хэвисайда и в соответствии с математическим выражением, приведенным в кратких теоретических сведениях.
7. Реализовать математическую модель гармонического сигнала. Записать программный код формирования двух гармонических сигналов с параметрами, приведенными в таблице 5. Построить временные реализации модельных сигналов, оценить их параметры: амплитуду, циклическую частоту, начальную фазу. Произвести модельные измерения сдвига по фазе между модельными гармоническими колебаниями.

Таблица 5 - Исходные данные к моделированию гармонических сигналов

№ варианта	Амплитуда сигналов, В	Циклическая частота сигналов, кГц	Начальная фаза первого сигнала, град	Начальная фаза второго сигнала, град
1	2	1	0	-30
2	4	2	90	180
3	6	3	10	40
4	8	4	-20	70
5	10	5	15	85
6	12	6	30	60
7	14	7	45	135
8	16	8	50	90
9	18	9	-90	-45
10	20	10	-50	50
11	22	11	-20	70
12	24	12	40	120
13	26	13	60	120
14	28	14	-60	-80
15	30	15	130	170
16	32	16	120	0
17	34	17	0	90
18	36	18	-90	0
19	38	19	10	80
20	40	20	20	100
21	42	21	-100	-20
22	44	22	-30	-60
23	46	23	75	-15
24	48	24	-35	100
25	50	25	25	65

Контрольные вопросы:

1. Приведите классификацию воздействий на РТУ и радиосигналов. Сформулируйте

- задачу математического моделирования воздействий на радиоустройства.
2. Что представляют собой математические модели сигналов в радиосистемах? Перечислите основные типы математических моделей воздействий на радиотехнические устройства.
 3. Что понимают под регулярными сигналами? Какие типы детерминированных сигналов Вам известны?
 4. Какой типовой испытательный сигнал может быть описан математически с применением функции Дирака? Каковы свойства данной функции? Что представляет собой математическая модель функции Дирака?
 5. Приведите формализованное описание прямоугольного импульса напряжения. Какие параметры составляют вектор параметров воздействия в виде прямоугольного импульса напряжения и в чем их физический смысл?
 6. Приведите математическое выражение для описания воздействия в виде гауссова импульса. Каков физический смысл его параметров? Каким образом можно оценить длительность гауссова импульса по его модельной реализации?
 7. Назовите область применения, в которой может быть использована математическая модель в виде функции отсчетов?
 8. Какое типовое испытательное воздействие описывается математической моделью в виде функции Хэвисайда? Каковы свойства данной функции?
 9. Приведите математическое выражение для описания гармонического электрического колебания. Перечислите его параметры, поясните их физический смысл.

Лабораторная работа №2. Моделирование аналоговых радиосигналов с различными формами модуляции функциональным методом в среде MathCAD

Лабораторное задание:

1. Создать файл в среде MathCAD для реализации математических моделей радиосигналов с заданными видами модуляции.
2. Построить модель генератора гармонического сигнала в среде MathCAD. Исходные данные выбрать из таблицы 1.

Таблица 1 – Исходные данные для моделирования генератора гармонических сигналов в среде MathCAD

№	Амплитуда гармонического сигнала	Циклическая частота гармонического сигнала, Гц	Начальная фаза гармонического сигнала, град
1	1	1000	0
2	0,5	800	90
3	0,2	900	80
4	2,5	500	-50
5	3	700	-45
6	1,5	600	-30
7	2	500	-90
8	4	1200	110
9	3	750	120
10	6	850	-160
11	2	1000	170

3. Построить временную реализацию и спектрограмму смоделированного гармонического сигнала.
4. По полученным результатам определить амплитуду, циклическую частоту и

начальную фазу модельного сигнала.

5. Построить модель генератора амплитудно-модулированного сигнала в среде MathCAD. Исходные данные выбрать из таблицы 2.

Таблица 2 – Исходные данные для моделирования генератора АМ сигналов

№	Амплитуда несущего сигнала, В	Циклическая частота несущего сигнала, кГц	Начальная фаза несущего сигнала, град	Амплитуда информационного сигнала	Циклическая частота информационного сигнала, Гц	Начальная фаза информационного сигнала, град	Индекс амплитудной модуляции
1	3	100	-30	1	1000	0	0,5
2	2	80	0	0,5	800	90	0,3
3	1	90	45	0,2	900	80	0,6
4	5	110	20	2,5	500	-50	0,7
5	10	70	-90	3	700	-45	0,4
6	4	60	180	1,5	600	-30	0,75
7	6	50	-45	2	500	-90	0,55
8	12	120	60	4	1200	110	0,8
9	7	75	90	3	750	120	0,25
10	11	85	-60	6	850	-160	0,4
11	8	105	-20	2	1000	170	0,65

6. Построить временную реализацию и спектрограмму смоделированного АМ сигнала.
7. По полученным результатам оценить параметры АМ сигнала: частоту модулирующего сигнала, индекс амплитудной модуляции, амплитуды несущего и информационного сигналов.
8. Построить модель генератора ФМ сигнала. Исходные данные выбрать из таблицы 3.

Таблица 3 – Исходные данные для моделирования генератора ФМ (ЧМ) сигналов

№	Амплитуда несущего сигнала, В	Циклическая частота несущего сигнала, кГц	Начальная фаза несущего сигнала, град	Амплитуда информационного сигнала	Циклическая частота информационного сигнала, Гц	Начальная фаза информационного сигнала, град	Индекс фазовой модуляции
1	3	100	-30	1	1000	0	1
2	2	80	0	0,5	800	90	2
3	1	90	45	0,2	900	80	3
4	5	110	20	2,5	500	-50	1
5	10	70	-90	3	700	-45	2
6	4	60	180	1,5	600	-30	3
7	6	50	-45	2	500	-90	1
8	12	120	60	4	1200	110	2
9	7	75	90	3	750	120	3
10	11	85	-60	6	850	-160	1
11	8	105	-20	2	1000	170	2

9. Построить временную реализацию и спектрограмму смоделированного ФМ сигнала.

10. По полученным результатам сделать выводы.
11. Построить модель генератора ЧМ сигнала. Исходные данные выбрать из таблицы 3.
12. Построить временную реализацию и спектрограмму смоделированного ЧМ сигнала.
13. По полученным результатам сделать выводы.

Контрольные вопросы:

1. Изложите суть явного метода моделирования детерминированных сигналов.
2. Изложите суть табличного метода моделирования детерминированных сигналов.
3. В каких случаях целесообразно применять метод порождающих уравнений. Пояснить ответ на примере применения разностного уравнения в качестве порождающего.
4. Изложите процесс моделирования радиосигналов с различными видами модуляции методом решения дифференциального уравнения.
5. Каким образом производят моделирование АМ колебания функциональным методом.
6. Каким образом производят моделирование ФМ колебания функциональным методом.
7. Каким образом производят моделирование ЧМ колебания функциональным методом.

Лабораторная работа №3 «Моделирование АМ, ЧМ и ФМ сигналов методом комплексной огибающей среде MathCAD»

Лабораторное задание:

1. Реализовать модель комплексной огибающей гармонического сигнала, расстроенного по частоте относительно опорного колебания в среде MathCAD. Воспользоваться представлением комплексной огибающей через квадратурные составляющие и в экспоненциальной форме. Исходные данные выбрать из таблицы 1.

Таблица 1 – Исходные данные для моделирования гармонических сигналов в среде MathCAD

№	Амплитуда опорного гармонического сигнала	Циклическая частота опорного гармонического сигнала, кГц	Начальная фаза опорного гармонического сигнала, град	Коэффициент пропорциональности между амплитудами формируемого гармонического сигнала и опорного колебания	Расстройка по частоте формируемого сигнала относительно опорного колебания, Гц	Начальная фаза формируемого гармонического сигнала, рад
1	2	3	4	5	6	7
1	1	11,5	0	3	500 (нижняя)	0
2	0,5	8	90	5	400 (верхняя)	$\pi/2$
3	0,2	9	80	6	900 (нижняя)	$\pi/3$
4	2,5	10,5	-50	4	500 (нижняя)	$-\pi/3$

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
5	3	7	-45	2	300 (верхняя)	$\pi/4$
6	1,5	8,5	-30	6	200 (нижняя)	$-\pi/4$
7	2	9,5	-90	10	300 (верхняя)	$\pi/9$
8	4	12	110	0,5	800 (нижняя)	$-\pi/2$
9	3	13	120	0,33	1000 (нижняя)	$\pi/6$
10	6	7,5	-160	0,5	500 (верхняя)	$-\pi/6$
11	2	11	170	1	1000 (нижняя)	$-\pi/9$

2. Построить временную реализацию смоделированного гармонического сигнала с расстройкой по частоте.
3. Получить и построить графики зависимости модуля и аргумента комплексной огибающей гармонического сигнала с расстройкой по частоте от времени. Сделать вывод о характере полученных зависимостей.
4. Реализовать модель комплексной огибающей гармонического сигнала, совпадающего с опорным колебанием по частоте.
5. Построить временную реализацию смоделированного гармонического сигнала.
6. Получить и построить графики зависимости модуля и аргумента комплексной огибающей гармонического сигнала от времени. Сделать вывод о характере полученных зависимостей.
7. Сравнить параметры амплитуду и начальную фазу гармонического сигнала без расстройки по частоте и с расстройкой по частоте относительно опорного колебания.
8. Построить модель комплексной огибающей однотонового амплитудно-модулированного сигнала, расстроенного по частоте относительно опорного колебания, в среде MathCAD. Исходные данные для модели несущего колебания выбрать из таблицы 1, исходные данные для модели информационного сигнала выбрать из таблицы 2.

Таблица 2 – Исходные данные для моделирования информационного сигнала

№	Амплитуда информационного сигнала, В	Циклическая частота информационного сигнала, Гц	Начальная фаза информационного сигнала, град	Индекс амплитудной модуляции
1	1	1100	0	0,5
2	0,5	840	90	0,3
3	0,6	810	80	0,6
4	4	500	-50	0,7
5	1,5	730	-45	0,4
6	3	830	-30	0,75
7	5	980	-90	0,65
8	1	1120	110	0,8
9	0,3	1200	120	0,5
10	1	850	-160	0,4
11	0,5	1000	170	0,3

9. Построить временную реализацию смоделированного АМ сигнала с расстройкой

- по частоте.
10. По полученным результатам оценить параметры АМ сигнала: частоту модулирующего сигнала, индекс амплитудной модуляции, амплитуды несущего и информационного сигналов.
 11. Получить и построить графики зависимости модуля и аргумента комплексной огибающей смоделированного АМ сигнала с расстройкой по частоте от времени. Сделать вывод о характере полученных зависимостей.
 12. Построить модель комплексной огибающей однотонового амплитудно-модулированного сигнала без расстройки по частоте относительно опорного колебания.
 13. Построить временную реализацию смоделированного АМ сигнала без расстройки по частоте.
 14. По полученным результатам оценить параметры АМ сигнала: частоту модулирующего сигнала, индекс амплитудной модуляции, амплитуды несущего и информационного сигналов.
 15. Получить и построить графики зависимости модуля и аргумента комплексной огибающей смоделированного АМ сигнала без расстройки по частоте от времени. Сделать вывод о характере полученных зависимостей.
 16. Сравнить параметры амплитуду и полную фазу АМ сигнала без расстройки по частоте и с расстройкой по частоте относительно опорного колебания.
 17. Построить модель комплексной огибающей ФМ сигнала. Исходные данные для формирования несущего колебания и информационного сигнала выбрать из таблиц 1 и 2. Коэффициент фазовой модуляции выбрать из таблицы 3.

Таблица 3 – Исходные данные для моделирования ФМ сигнала

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$m_{ФМ(ЧМ)}$	5	3	7	6	4	8	3	5	7	6	4

18. Построить временную реализацию смоделированного ФМ сигнала.
19. Получить и построить графики зависимости модуля и аргумента комплексной огибающей смоделированного ФМ сигнала с расстройкой по частоте от времени. Сделать вывод о характере полученных зависимостей.
20. Построить модель комплексной огибающей фазо-модулированного сигнала без расстройки по частоте относительно опорного колебания.
21. Построить временную реализацию смоделированного ФМ сигнала без расстройки по частоте.
22. Получить и построить графики зависимости модуля и аргумента комплексной огибающей смоделированного ФМ сигнала без расстройки по частоте от времени. Сделать вывод о характере полученных зависимостей.
23. Сравнить параметры амплитуду и полную фазу ФМ сигнала без расстройки по частоте и с расстройкой по частоте относительно опорного колебания.
24. По полученным результатам сделать выводы.
25. Построить модель комплексной огибающей ЧМ сигнала с расстройкой по частоте относительно опорного колебания и без таковой. Исходные данные выбрать из таблицы 1,2,3.
26. Построить временные реализации смоделированного ЧМ сигнала, модуля и аргумента комплексной огибающей ЧМ сигнала.
27. По полученным результатам сделать выводы.

Контрольные вопросы:

1. Изложите суть метода комплексной огибающей. В каком случае его целесообразно применять?
2. Что представляет собой узкополосный сигнал. Запишите его представление через комплексную огибающую.
3. Приведите экспоненциальную форму записи комплексной огибающей узкополосного радиосигнала.
4. Приведите векторное представление комплексной огибающей узкополосного сигнала на комплексной плоскости. Ответьте на вопрос: как изменяется длина и положение вектора комплексной огибающей с течением времени, как физически трактовать данные изменения?
5. Что понимают под квадратурными составляющими комплексной огибающей сигнала?
6. Поясните процесс формирования комплексной огибающей гармонического сигнала, расстроенного по частоте относительно опорного гармонического колебания.
7. Запишите выражение для комплексной огибающей модулированного сигнала через квадратуры в общем виде.
8. Поясните процесс формирования комплексной огибающей АМ сигнала.
9. Поясните процесс формирования комплексной огибающей ФМ сигнала.
10. Поясните процесс формирования комплексной огибающей ЧМ сигнала.

Лабораторная работа №4 «Модельные исследования эффекта блокирования в преселекторе устройства приема и обработки сигналов в среде MathCAD»

Лабораторное задание:

1. Создать файл в среде MathCAD для проведения модельных исследований эффекта блокирования УПиОС.
2. Реализовать математическую модель АМ радиосигнала. Исходные данные для моделирования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные к модели полного АМ-сигнала

№ варианта	Частота несущей, кГц	Частота модуляции, Гц	Амплитуда несущего колебания, дБмкВ	Коэффициент модуляции	Время наблюдения в периодах модулирующего сигнала
1	10	300	10	0,3	50
2	10,5	500	11	0,35	60
3	11	800	12	0,4	70
4	11,5	1000	13	0,45	80
5	12	1200	14	0,5	90
6	12,5	1400	15	0,55	100
7	13	1600	16	0,2	50
8	13,5	1900	17	0,25	60
9	14	2000	18	0,15	70
10	14,5	2100	19	0,6	80
11	15	2300	20	0,65	90

12	15,5	2700	21	0,7	100
13	16	3200	22	0.75	50

Для реализации модели АМ сигнала в среде MathCAD выполнить следующие этапы:

- Ввести исходные данные: амплитуду и частоту несущего колебания, частоту модуляции, коэффициент амплитудной модуляции.
- Рассчитать частоту верхней боковой, период несущего колебания, период модуляции.
- Рассчитать время дискретизации аналогового АМ сигнала в соответствии с теоремой Котельникова.
- Рассчитать количество дискретных отсчетов с учетом того, что при формировании однополосного сигнала потребуется применение процедуры прямого и обратного быстрого преобразования Фурье, для которых необходимое число отсчетов должно составить 2целое число раз.

Произвести дискретизацию непрерывного аналогового АМ сигнала, описываемого выражением вида:

$$a(t) = U_m (1 + m_{AM} \cos(\Omega t)) \cos(\omega_0 t),$$

где U_m - амплитуда несущего колебания; m_{AM} - коэффициент амплитудной модуляции; Ω - угловая частота модуляции; ω_0 - угловая частота несущего колебания.

Предусмотреть не менее 5 отсчетов на период.

- Построить осциллограмму АМ радиосигнала. Оценить посредством опции трассировка индекс модуляции, период и частоту модулирующего колебания. Убедиться, что модель является адекватной.
 - Рассчитать и построить амплитудный спектр АМ сигнала. Воспользоваться процедурой быстрого преобразования Фурье FFT(x). Сделать выводы о спектральном составе сформированной модели АМ сигнала: количество, соотношение амплитуд боковых и несущей, положение гармоник на частотной оси. Сделать вывод об адекватности реализованной модели АМ сигнала.
3. Из полного АМ сигнала сформировать модель сигнала ЛЭ с однополосной модуляцией и подавлением несущей и нижней боковой не хуже, чем на 40 дБ. Для реализации модели сигнала ЛЭ воспользоваться фильтровым способом и выполнить следующие этапы:
- Записать комплексный коэффициент передачи по напряжению для полосового фильтра, настроенного на верхнюю боковую полосу АМ сигнала. Подобрать эквивалентное затухание контура, обеспечивающее требуемую степень подавления несущей и нижней боковой.
 - Воспользоваться спектральным методом и получить спектр модельного сигнала на выходе модели полосового фильтра. Сделать выводы о параметрах модельного сигнала ЛЭ.
 - Применить обратное преобразование Фурье IFFT и построить временную реализацию сформированного сигнала ЛЭ. Сделать вывод о характере изменения модельного сигнала с течением времени.

4. Провести имитационное моделирование процесса прохождения сигнала ЛЭ через НЭ УРЧ. С этой целью воспользоваться аппроксимацией ВАХ НЭ в виде полинома третьей степени вида

$$i(t) = a_0 + a_1 u(t) + a_2 u(t)^2 + a_3 u(t)^3,$$

где $a_0 = 18 \text{ мА}$, $a_1 = 7 \text{ мА/В}$, $a_2 = 1 \text{ мА/В}^2$, $a_3 = 0,8 \text{ мА/В}^3$.

- Рассчитать спектр тока, воспользовавшись процедурой быстрого преобразования Фурье FFT(x) и построить спектрограмму тока на выходе НЭ. Сделать вывод о количестве спектральных составляющих тока, их частотах и амплитудах. Провести анализ спектрограммы тока в трех частотных областях, сосредоточенных вблизи первой, второй и третьей гармоник с частотами равными $f_1 = f_0 + F$, $f_2 = 2(f_0 + F)$, $f_3 = 3(f_0 + F)$.
 - Получить спектр напряжения на выходе УРЧ, воспользовавшись спектральным методом. С этой целью создать модель полосового фильтра, настроенного на частоту сигнала ЛЭ, равную $f_1 = f_0 + F$ и имеющего максимальное значение АЧХ в 10^4 и величину эквивалентного затухания $d = \frac{\Delta f}{f_1}$, где Δf - ширина спектра полезного радиосигнала. Построить амплитудно-частотную характеристику модели полосового фильтра, оценить с опцией «трассировка» ширину полосы пропускания полосового фильтра и неравномерность АЧХ в полосе пропускания.
 - Построить спектрограмму напряжения на выходе УРЧ. Измерить амплитуды гармоник сигнала на выходе УРЧ, сделать вывод о степени подавления высших гармоник по отношению к основной гармонике напряжения.
5. Получить временную реализацию сигнала ЛЭ на выходе УРЧ, воспользовавшись процедурой быстрого обратного преобразования Фурье. Сделать вывод о характере временных изменений полученного сигнала.
6. Оценить среднее значение амплитуды сигнала ЛЭ на выходе УРЧ. С этой целью выполнить следующие этапы моделирования:

- Сформировать квадратурные ВЧ составляющие сигнала ЛЭ вида:

$$u_{cУРЧ}(t) = u_{УРЧ}(t) \cos(2\pi(f_0 + F)t);$$

$$u_{sУРЧ}(t) = u_{УРЧ}(t) \sin(2\pi(f_0 + F)t)$$

- Получить спектры квадратурных ВЧ составляющих напряжения на выходе УРЧ, воспользовавшись процедурой быстрого преобразования Фурье FFT(x).
- Создать модель идеального ФНЧ для выделения квадратурных составляющих сигнала ЛЭ с АЧХ вида

$$K(F_{тек}) = \begin{cases} 1, & \frac{F_{тек}}{F_c} \leq 1 \\ 0, & \frac{F_{тек}}{F_c} > 1 \end{cases},$$

где $F_{тек}$; $F_c = 1,1 F$ - текущее значение частоты и частота среза идеального ФНЧ соответственно.

- Получить спектры квадратурных составляющих сигнала ЛЭ на выходе идеального ФНЧ, воспользовавшись спектральным методом.
- Получить временные реализации квадратурных составляющих $u_c(t)$; $u_s(t)$ с помощью процедуры обратного быстрого преобразования Фурье.
- Сформировать и построить временную реализацию огибающей сигнала ЛЭ в соответствии с выражением вида:

$$U(t) = \sqrt{u_c^2(t) + u_s^2(t)}.$$

- Сделать вывод о характере полученной временной реализации в сравнении с сигналом ЛЭ на выходе УРЧ.
- Произвести усреднение полученных мгновенных значений огибающей на всем интервале наблюдения сигнала в соответствии с выражением:

$$U_{cp} = \frac{1}{T_c} \int_0^{T_c} U(t) dt.$$

7. Сформировать модель гармонической помехи, присутствующей в соседнем канале приема. С этой целью задать следующие параметры гармонической помехи: амплитуду $U_{mном} = 1B$, частоту $f_{ном} = f_0 + F + \Delta F$, где $\Delta F = 2F$ - расстройка частоты гармонической помехи относительно полезного сигнала. Модель гармонической помехи описывается аналитическим выражением вида:

8. $u_{ном}(t) = U_{mном} \cos[2\pi f_{ном} t]$.

9. Сформировать модель аддитивной смеси полезного сигнала и гармонической помехи в соответствии с выражением вида:

10. $u_{add}(t) = a(t) + u_{ном}(t)$.

11. Построить временную реализацию аддитивной смеси полезного радиосигнала ЛЭ и гармонической помехи, провести анализ характерных временных изменений результирующего колебания.
12. Провести имитационное моделирование процесса прохождения аддитивной смеси полезного радиосигнала и гармонической помехи через преселектор УПиОС согласно п.4 и 5.
13. Провести оценку среднего значения огибающей аддитивной смеси полезного сигнала и гармонической помехи на выходе УРЧ согласно п.6.
14. Исследовать зависимость коэффициента блокирования от величины амплитуды гармонической помехи при фиксированных значениях расстройки частоты помехи $\pm 3, \pm 6, \pm 10$ кГц. Расчет значений коэффициента блокирования осуществлялся по формуле:

$$K_{бл} = \frac{U_{mc(ном)} - U_{mc}}{U_{mc}},$$

где $U_{mc(ном)}$ - среднее значение амплитуды результирующего колебания в виде суммы сигнала ЛЭ и гармонической помехи на выходе УРЧ; U_{mc} - среднее значение амплитуды сигнала ЛЭ на выходе УРЧ в отсутствие гармонической помехи. Рекомендуется задаться

начальным значением амплитуды помехи, равным чувствительности УПиОС, измерения проводить до тех пор, пока значение коэффициента блокирования не превысит допустимую ГОСТ величину.

15. Результаты модельных исследований занести в таблицы 1-3.

Таблица 1 - Результаты модельного измерения коэффициента блокирования полезного сигнала ЛЗЕ в зависимости от амплитуды гармонической помехи при отстройке частоты помехи $\pm 3\text{кГц}$

$U_{m_{\text{пом}}}$, В										
$K_{\text{бл}}$										
$U_{m_{\text{пом}}}$, В										
$K_{\text{бл}}$										
$U_{m_{\text{пом}}}$, В										
$K_{\text{бл}}$										

Таблица 2 - Результаты модельного измерения коэффициента блокирования полезного сигнала ЛЗЕ в зависимости от амплитуды гармонической помехи при отстройке частоты помехи $\pm 6\text{кГц}$

$U_{m_{\text{пом}}}$, В										
$K_{\text{бл}}$										
$U_{m_{\text{пом}}}$, В										
$K_{\text{бл}}$										
$U_{m_{\text{пом}}}$, В										
$K_{\text{бл}}$										

Таблица 3 - Результаты модельного измерения коэффициента блокирования полезного сигнала J3E в зависимости от амплитуды гармонической помехи при отстройке частоты помехи ± 10 кГц

$U_{m_{ном}}$, В										
$K_{бл}$										
$U_{m_{ном}}$, В										
$K_{бл}$										
$U_{m_{ном}}$, В										
$K_{бл}$										

16. Построить графики зависимости коэффициента блокирования от величины амплитуды гармонической помехи при различных расстройках ее частоты относительно частоты полезного радиосигнала. Проанализировать полученные результаты.
17. Оформить отчет по лабораторной работе.

Контрольные вопросы:

1. Какие классы радиоизлучений находят применение при осуществлении радиосвязи в диапазонах ПВ/КВ МПС?
2. Назовите основные качественные показатели радиоприемных устройств, определенные требованиям, изложенными в «Правилах по оборудованию морских судов» Российского Морского Регистра Судоходства.
3. Что понимают под помехами радиоприему. Дайте общую характеристику помех по классификационному признаку: внутренние и внешние помехи.
4. Дайте общую характеристику помех по классификационному признаку: флюктуационные; импульсные; периодические.
5. Какие способы (методы) борьбы с помехами радиоприему Вам известны?
6. Дайте определение многосигнальной избирательности. Какие нелинейные эффекты возникают в сигнальном тракте УПиОС при одновременном действии желательных и нежелательных сигналов.
7. Получите выражение для амплитуды первой гармоники тока сигнала на выходе усилительного каскада при воздействии на входе приемника полезного сигнала и гармонической помехи.
8. Проведите анализ изменения амплитуды первой гармоники выходного тока электронного прибора при воздействии помехи различного уровня.
9. Что понимают под коэффициентом блокирования и какие меры следует применять для его уменьшения?

Лабораторная работа №5 «Моделирование случайных процессов с заданными вероятностными и числовыми характеристиками в среде MathCAD»

Лабораторное задание:

1. Создать файл в среде MathCAD для моделирования случайных процессов с заданными вероятностными и числовыми характеристиками.
2. Задать число генерируемых отсчетов случайной величины.
3. Сформировать выборку отсчетов СВ, значения которой лежат в пределах от 0 до 1. С этой целью: задать разрядность целых двоичных чисел m ; сформировать целое положительное нечетное число «а» в соответствии с наложенными условиями по мультипликативно-конгруэнтному методу; проверить число «а» на соответствие наложенным условиям; сформировать целое положительное нечетное число «с» в соответствии с наложенными условиями по мультипликативно-конгруэнтному методу; проверить число «с» на соответствие наложенным условиям; сформировать отсчеты СП в соответствии с рекуррентным соотношением по мультипликативно-конгруэнтному методу; произвести проверку сформированной выборки СП на попадание значений в интервал от 0 до 1.
4. Построить гистограмму распределений СВ и проверить модельный СП на равномерный закон распределения по критерию Пирсона.
5. Вычислить математическое ожидание, дисперсию и СКО модельного СП.
6. Сформировать два массива номеров отсчетов СВ для формирования двух выборок СВ из модельного СП с равномерным законом распределения.
7. Сформировать широкополосный гауссов процесс в соответствии с приведенной выше процедурой.
8. Построить реализацию широкополосного гауссова модельного шума.
9. Построить гистограмму распределения СВ и проверить смоделированный случайный процесс на нормальный закон распределения в соответствии с критерием Пирсона.
10. Вычислить математическое ожидание, дисперсию и СКО модельного широкополосного гауссова СП.
11. Сформировать узкополосный гауссов случайный процесс из модельного широкополосного гауссова шума. С этой целью задать время дискретизации, рассчитать комплексный спектр модельного широкополосного гауссова шума, задать параметры полосового фильтра (идеального или гауссова), задать комплексную передаточную функцию фильтра и ее модуль, получить и построить амплитудный спектр шума на выходе полосового фильтра воспользовавшись спектральным методом, построить реализацию узкополосного шума, применив обратное преобразование Фурье.
12. Построить гистограмму распределения узкополосного СП и проверить смоделированный случайный процесс на нормальный закон распределения в соответствии с критерием Пирсона.
13. Оценить математическое ожидание СКО и дисперсию модельного узкополосного шума.
14. Сформировать СП с распределением Релея из узкополосного гауссова шума. С этой целью выделить огибающую узкополосного СП путем формирования сигнала, сопряженного по Гильберту модельному узкополосному СП.
15. Оценить математическое ожидание СКО и дисперсию модельного релейского шума.
16. Построить гистограмму распределения узкополосного СП и проверить смоделированный случайный процесс на закон распределения Релея в соответствии с критерием Пирсона.
17. Сформировать СП с логнормальным законом распределения из модельного

узкополосного СП.

18. Построить гистограмму распределения логнормального СП и проверить смоделированный случайный процесс на логнормальный закон распределения в соответствии с критерием Пирсона.
19. Оценить математическое ожидание СКО и дисперсию модельного логнормального шума.

Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику математической модели флуктуационной помехи? Какими вероятностными и числовыми характеристиками она обладает?
2. Охарактеризуйте свойства модели типа «белый шум».
3. Какой математической моделью можно описать сосредоточенные по спектру шумы (узкополосные случайные процессы)? Каковы их вероятностные и числовые характеристики?
4. Какой математической моделью можно описать импульсные помехи? Каковы их вероятностные и числовые характеристики?
5. Какой математической моделью можно описать мультипликативные помехи? Каковы их вероятностные и числовые характеристики?
6. Поясните процедуру построения гистограммы распределения СВ модельного СП.
7. Поясните процедуру проверки модельного шума на заданный закон распределения по критерию Пирсона.
8. Что понимают под математическим ожиданием, дисперсией и СКО случайного процесса, как произвести их оценку в процессе моделирования?

3.2. Типовое задание на выполнение контрольной работы студентами заочной формы обучения приведено в издании *Моделирование систем и процессов: метод. указания и контрольные задания/ сост.: И.А. Дороднова.- Калининград: Изд-во БГАРФ, 2015.-38 с.*

3.3. Тематика работ на самостоятельную проработку курсанту/студенту и их содержательная часть указана в таблицах 8.1 и 8.2 РПД.

3.3.1. Типовые задания для самоконтроля перед итоговой аттестацией по дисциплине.

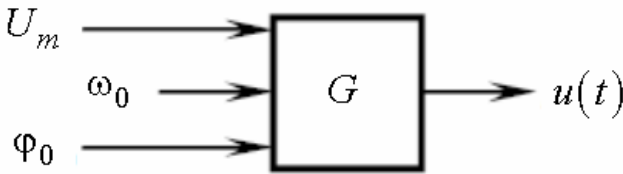
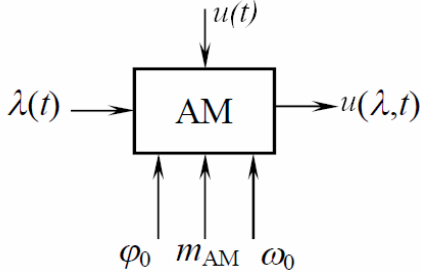
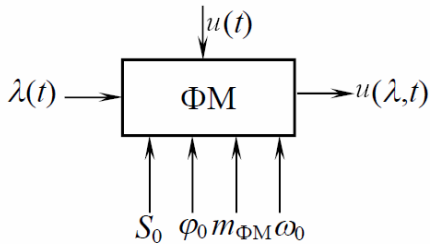
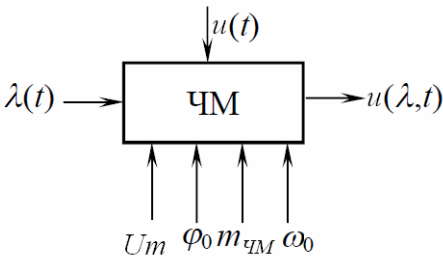
Тестовый вопрос №1

<p>Математической функцией вида $\delta_{\tau_i}(t) = \begin{cases} \frac{1}{\tau_i}, & t < \frac{\tau_i}{2} \\ 0, & t > \frac{\tau_i}{2} \end{cases}$ может быть описан</p> <p>следующий типовой элементарный сигнал:</p>		
1.	Единичная импульсная функция	
2.	Прямоугольный импульс	
3.	Колокольный (гауссов) импульс	
4.	Функция отсчетов	
5.	Функция Коши (лоренцева линия)	

Тестовый вопрос №2

Выберите правильную запись комплексной формы представления гармонического напряжения:		
1.	$u(t) = U_m \cos[\omega t + \varphi]$	
2.	$u(t) = \operatorname{Re}\{U_m \cdot e^{j(\omega t + \varphi)}\}$	
3.	$u(t) = \operatorname{Im}\{U_m \cdot e^{j(\omega t + \varphi)}\}$	
4.	$u(t) = \frac{1}{2} \dot{U}_m e^{j\omega t} + \frac{1}{2} U_m^* e^{-j\omega t}$	
5.	$u(t) = \dot{U}_m \cdot \frac{e^{j(\omega t + \varphi)} + e^{-j(\omega t + \varphi)}}{2}$	

Тестовый вопрос №3

Поставьте в соответствие друг другу структурные схемы моделей радиотехнических устройств и математическое описание сигналов на их выходах при моделировании функциональным методом:	
	1
	2
	3
	4

$u(\lambda, t) = U_m [1 + m_{AM} \lambda(t)] \sin[\omega_0 t + \varphi_0]$	
$u(\lambda, t) = U_m \sin \left[\omega_0 t + m_{ЧМ} \int_0^t \lambda(t) + \varphi_0 \right]$	
$u(\lambda, t) = U_m \sin [\omega_0 t + m_{ФМ} \lambda(t) + \varphi_0]$	
$u(t) = U_m \sin [\omega_0 t + \varphi_0]$	

Тестовый вопрос №4

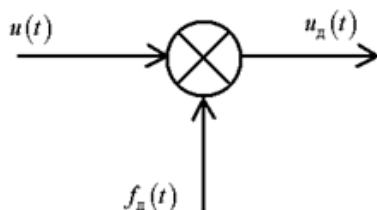
Суть метода комплексной огибающей сводится к:	
1.	замене радиоустройства, на которое воздействует узкополосный радиосигнал, высокочастотным эквивалентом, на вход которого подается воздействие в виде высокочастотного узкополосного радиосигнала
2.	замене радиоустройства, на которое воздействует широкополосный случайный процесс, низкочастотным эквивалентом, на вход которого подается воздействие в виде комплексной огибающей широкополосного случайного процесса.
3.	замене радиоустройства, на которое воздействует узкополосный радиосигнал, низкочастотным эквивалентом, на вход которого подается воздействие в виде комплексной огибающей узкополосного радиосигнала.
4.	замене радиоустройства, на которое воздействуют постоянное напряжение или постоянный ток, низкочастотным эквивалентом.

Тестовый вопрос №5

Линейные безынерционные звенья - это звенья, описываемые уравнением $y(t) = k \cdot x(t - \tau)$. Поставьте в соответствие уравнению для описания звена его функцию: повторение, усиление, ослабление, чистое запаздывание, инверсное повторение.	
1.	$\tau = 0, k = 1, y(t) = x(t)$
2.	$\tau = 0, k = -1, y(t) = -x(t)$
3.	$\tau = 0, k > 1, y(t) = kx(t)$
4.	$\tau = 0, k < 1, y(t) = kx(t)$
5.	$\tau \neq 0, k = 1, y(t) = x(t - \tau)$

Тестовый вопрос №6

На первый вход перемножителя, осуществляющего дискретизацию сигнала, подан непрерывный гармонический сигнал, на второй вход – периодическая последовательность прямоугольных импульсов. Изобразите временные реализации сигналов на входах и на выходе перемножителя.



Тестовый вопрос №7

Для неискажённого воспроизведения непрерывной функции $u(t)$ по последовательности отсчётов посредством идеального фильтра низких частот необходимо выбирать частоту дискретизации так, чтобы	
1.	Частота дискретизации была много меньше верхней частоты в спектре непрерывного радиосигнала
2.	Частота дискретизации была равна верхней частоте в спектре непрерывного радиосигнала
3.	Частота дискретизации была лежала между нижней и верхней частотами в спектре непрерывного радиосигнала
4.	Частота дискретизации была больше или равна удвоенной верхней частоте в спектре непрерывного радиосигнала

Практическое задание №1

Осуществите программную реализацию в среде MathCAD математической модели прямоугольного импульса напряжения (типовое импульсное воздействие) с амплитудой, обратно пропорциональной его длительности при следующих исходных данных: длительность импульса составляет 5 мкс. С этой целью:

- осуществите ввод заданной длительности прямоугольного импульса, с;
- задайте множество дискретных значений времени, с;
- программно реализуйте закон изменения дискретных значений формируемого прямоугольного импульса напряжения, В;

$$s(t) = \begin{cases} \frac{1}{\tau} & \text{при } -\frac{\tau}{2} \leq t \leq \frac{\tau}{2}, \\ 0 & \text{при } t < -\frac{\tau}{2} \text{ и } t > \frac{\tau}{2}. \end{cases}$$

- постройте временную реализацию смоделированного типового воздействия.

В качестве ответа приведите листинг программного кода.

Практическое задание №2

Осуществите программную реализацию модели генератора гармонического сигнала явным методом при следующих исходных данных: амплитуда сигнала – 5 В, циклическая частота – 10 кГц, начальная фаза – 60° . С этой целью:

- введите число дискретных отсчетов формируемого гармонического сигнала
- введите исходные параметры сигнала;
- задайте значение времени дискретизации сигнала;
- запишите математическое выражение для расчета дискретных значений гармонического сигнала;
- постройте временную реализацию и спектрограмму гармонического сигнала.

В качестве ответа приведите листинг программного кода.

3.4 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Изучение дисциплины «Моделирование систем и процессов» сопровождается рейтинговой системой контроля знаний обучающихся.

3.4.1 Методика подготовки и проведения занятий

Основными видами учебных занятий по дисциплине являются: лекции и лабораторные занятия.

В ходе изучения дисциплины предусматривается применение эффективных методик обучения, которые предполагают постановку вопросов проблемного характера с разрешением их, как непосредственно в ходе занятий, так и в ходе самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся фронтальным методом в компьютерном классе №316. Программное обеспечение проведения виртуальных лабораторных занятий обеспечивает результатами модельных экспериментов подтверждение теоретического материала, рассматриваемого в дисциплине.

Перед началом занятий преподаватель проводит инструктаж по технике электробезопасности и пожарной безопасности.

Контроль знаний в ходе изучения дисциплины осуществляется в виде текущих и рубежного контролей, а также итоговой аттестации по дисциплине в форме экзамена.

Текущий и рубежный контроли предназначены для проверки хода и качества усвоения курсантами/студентами учебного материала и стимулирования учебной работы курсантов. Они могут осуществляться в ходе всех видов занятий в форме, избранной преподавателем или предусмотренной рабочей программой дисциплины.

Текущий и рубежный контроли предполагают постоянный контроль преподавателем качества усвоения учебного материала, активизацию учебной деятельности курсантов/студентов на занятиях, побуждение их к самостоятельной систематической работе. Он необходим курсантам для самоконтроля на разных этапах обучения. Их результаты учитываются выставлением оценок в журнале учета успеваемости.

Практически на всех занятиях может применяться выборочный контроль, который имеет целью убедиться, в какой степени усвоен материал курсантами.

Преподавателем в ходе лекций проверяется, как правило, качество ведения конспектов.

К экзамену допускаются курсанты, имеющие по всем текущим и рубежному контролям за пятый семестр положительные оценки.

Экзаменационный билет содержит один теоретический вопрос из тематики разделов по дисциплине в данном семестре и один практический вопрос (задачу).

Выбор вопросов осуществляется из принципа равной сложности всех билетов и наибольшего охвата каждым билетом учебного материала.

Подготовка к экзамену ведется по конспекту лекций, рекомендуемым к изучению в начале курса учебникам и учебным пособиям. В ходе подготовки к экзамену преподаватель проводит консультацию, на которой доводится порядок проведения экзамена и даются ответы на вопросы, вызвавшие наибольшие затруднения у курсантов в процессе подготовки.

Экзамен проводится в день, указанный в расписании занятий.

Курсант, прибывший для сдачи экзамена, докладывает экзаменатору, принимающему экзамен, сдает ему зачетную книжку, получает билет на бланке установленной формы и занимает указанное ему место для подготовки. После получения билета в течение 45 минут курсант имеет право готовиться к ответу. На ответ по билету отводится до 15 минут.

Ответ курсанта должен быть четким, конкретным и кратким. Об окончании ответа

на вопрос аттестуемый докладывает. После ответа преподаватель задает вопросы, помогающие ему выявить ход мыслей курсанта, логику его рассуждений и способность применять полученные знания в практической деятельности. Если требуется уточнить оценку или степень знаний курсанта по тому или иному вопросу, задаются дополнительные вопросы.

Во время экзамена должна соблюдаться дисциплина и порядок, разговоры курсантов между собой не допускаются. Если во время экзамена у экзаменуемого возникает необходимость обратиться к преподавателю, то курсант поднимает руку и просит подойти к нему преподавателя. Кроме авторучки, калькулятора, билета и бланка для ответа на столе не должно быть ничего. Пользоваться конспектами, учебниками, учебными пособиями и иными дополнительными материалами, раскрывающими содержание вопросов, не разрешается.

Курсантам, пользующимся на экзамене материалами, различного рода записями, техническими средствами, не указанными в перечне разрешенных, выставляется оценка «неудовлетворительно».

Знания, умения и навыки курсантов определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Общая оценка объявляется курсанту сразу после окончания его ответа на экзамене. Положительная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») заносится в ведомость и зачетную книжку. Оценка «неудовлетворительно» выставляется только в ведомость.

3.4.2 Система контроля знаний

Рейтинговая система контроля и оценки знаний обучающихся – это комплекс учебных, организационных и методических мероприятий, направленных на обеспечение систематической творческой работы курсантов/студентов, повышение самостоятельности и самостоятельности учебы. Она обеспечивает реализацию принципов обратной связи в процессе учебы и включает в себя:

1. Схему контрольных мероприятий;
2. Критерии оценки знаний, умений и навыков.

Максимальное количество баллов (рейтинг), которое может получить курсант, определяется количеством часов, отводимых на изучение данной дисциплины в 5 семестре – 144 часа.

Схема контрольных мероприятий по семестру приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема контрольных мероприятий в 5 семестре

Вид контрольного мероприятия	Этапы контрольных мероприятий						
	ТК1*	ТК2	ТК3	ТК4	РК	ПА	Итого
Экзамен	-	-	-	-	-	36	36
Лабораторные работы	7	7	7	7	-	-	28
СРС	-	-	-	-	48	-	48
Посещение лабораторных занятий (консультаций)	1	1	1	1	-	-	4
Ведение конспекта лекций	-	-	-	-	24	-	24
Компонент своевременности	1	1	1	1	-	-	4
Итого	9	9	9	9	72	36	144

*ТК – текущий контроль, включающий выполнение и защиту лабораторных работ (ТК1-ТК4); РК – рубежный контроль, включающий выполнение самостоятельной работы курсантом/студентом и проверку выполненных конспектов, ПА – промежуточная аттестация по ООП, включающая сдачу экзамена по дисциплине.

В таблице 2 представлено соответствие рейтинговых баллов и оценки по 4-х балльной шкале, выставляемых за каждый этап контрольного мероприятия по семестру.

Таблица 2 - соответствие рейтинговых баллов и оценки по 4-х балльной шкале в 5 семестре

Оценка	Этапы контрольных мероприятий						
	ТК1	ТК2	ТК3	ТК4	РК	Итого до ПА	ПА
неудовлетворительно	0-3	0-3	0-3	0-3	0-18	0-30	0-9
удовлетворительно	4-5	4-5	4-5	4-5	19-36	35-56	10-18
хорошо	6-7	6-7	6-7	6-7	37-54	61-82	19-28
отлично	8-9	8-9	8-9	8-9	55-72	87-108	28-36

Критерии выставления оценок за лабораторные работы:

Оценка «отлично» выставляется, если курсант показал глубокие знания и понимание программного материала по теме лабораторной работы, умело увязывает лекционный материал с практикой, грамотно и логично строит ответ на контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант твердо знает программный материал по теме лабораторной работы, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на контрольные вопросы. Правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант имеет знания только основного материала по поставленным контрольным вопросам, но не усвоил его деталей, для принятия правильного решения требует наводящих вопросов, допускает отдельные неточности или недостаточно четко излагает учебный материал по теме лабораторной работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант допускает грубые ошибки в ответе на контрольные вопросы, не может применять полученные знания на практике.

Критерии выставления оценок за экзамен:

Оценка «отлично» выставляется, если курсант показал глубокие знания и понимание программного материала по поставленному вопросу, умело увязывает его с практикой, грамотно и отлично строит ответ, быстро принимает оптимальные решения при решении практических вопросов и задач.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов и задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант имеет знания только основного материала по поставленному вопросу, но не усвоил деталей, требует в отдельных случаях наводящего вопроса для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант допускает грубые ошибки в ответе на поставленный вопрос, не может применить полученные знания на практике.

Итоговая оценка за экзамен выводится по двум частным оценкам как среднее арифметическое с округлением в меньшую или большую сторону в зависимости от дробной части.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «отлично», то курсант может быть освобожден от сдачи экзамена с выставлением ему оценки «отлично».

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «хорошо», то курсант может быть освобожден от сдачи экзамена с выставлением ему оценки «хорошо», либо курсант проходит ПА с целью повышения оценки до «отлично».

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «удовлетворительно», то

курсант проходит ПА на общих основаниях.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «неудовлетворительно», то курсант проходит ПА на следующих основаниях:

1) при условии положительного результата прохождения ПА курсанту выставляется оценка «удовлетворительно», если курсант дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет неудовлетворительную оценку;

2) при условии положительного результата прохождения ПА курсанту выставляется оценка «хорошо» или «отлично», если курсант дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет оценку «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

4 Перечень экзаменационных вопросов и экзаменационных практических заданий по дисциплине «Моделирование систем и процессов»

1. Понятие процесса моделирования и модели. Классификация моделей по способу реализации: физические, математические, полунатурные модели.
2. Понятие процесса моделирования и модели. Классификация моделей по характеру изменения времени и изменения значений переменных и параметров.
3. Общая характеристика основных этапов процесса моделирования: схема процесса моделирования.
4. Системный подход в моделировании. Иерархическая структура радиотехнической системы. Характеристика отдельных уровней.
5. Свойства модели: адекватность, устойчивость, чувствительность.
6. Формализация моделей, принципы упрощения сложных моделей: специализации, декомпозиции, эквивалентности, блочного представления, ограничения диапазона изменений параметров и воздействий.
7. Схема обобщенной математической модели системы. Фазовые переменные, внешние, внутренние и выходные параметры.
8. Классификация методов моделирования. Метод несущей и метод комплексной огибающей.
9. Классификация методов моделирования. Формульный метод. Метод статических эквивалентов. Метод информационного параметра.
10. Математическое описание процесса преобразования сигналов в радиотехнических устройствах (РТУ). Уравнения для описания линейных и нелинейных функциональных звеньев РТУ.
11. Классификация математических моделей воздействий на РТУ и системы.
12. Математическое описание элементарных сигналов: функция Дирака, прямоугольный импульс, гауссов импульс, функция отсчетов, функция Хэвисайда, гармонический сигнал, гармонический сигнал с амплитудной модуляцией.
13. Временная и частотная форма представления сигналов. Прямое и обратное преобразование Фурье.
14. Понятие дискретизации сигнала. Физическая модель процесса дискретизации.
15. Спектральная трактовка дискретизации. Операторы дискретного представления и восстановления сигналов.
16. Понятие дискретного временного представления сигналов. Теорема Котельникова. Выбор частоты дискретизации и базисных функций.
17. Восстановление непрерывной функции по ее отсчетам. Ошибка восстановления непрерывной функции. Вероятностные характеристики шумов квантования.
18. Моделирование детерминированных сигналов явным методом, табличным методом и методом порождающих уравнений.
19. Моделирование АМ, ФМ и ЧМ сигналов методом решения дифференциальных уравнений.
20. Моделирование АМ, ФМ и ЧМ сигналов функциональным методом. Суть метода комплексной огибающей.
21. Формирование модели комплексной огибающей АМ сигнала.
22. Формирование модели комплексной огибающей ФМ и ЧМ сигналов.
23. Моделирование преобразующей части методом комплексной огибающей: модели сумматора, фазовращателя, усилителя (аттенюатора).
24. Классификация нелинейных систем. Нелинейные безинерционные системы, нелинейные функциональные разомкнутые системы.
25. Классификация нелинейных систем. Моделирование нелинейных функциональных замкнутых систем.

26. Моделирование нелинейных радиотехнических звеньев методом комплексной огибающей.
27. Виды шумов и помех в радиоканалах связи.
28. Алгоритм формирования модели аддитивной помехи типа «белый шум».
29. Алгоритм формирования модели узкополосного гауссова шума.
30. Алгоритм формирования модели релеевского шума.
31. Алгоритм формирования модели импульсной помехи с логнормальным законом распределения.
32. Описание процедуры построения гистограммы распределения вероятности СВ, вычисления математического ожидания, дисперсии, СКО.
33. Проверка адекватности модели шума по критерию согласия Пирсона.
34. Понятие многолучевого радиоканала. Мелкомасштабные и крупномасштабные замирания сигнала. Комплексная импульсная характеристика многолучевого канала.
35. Моделирование медленных замираний. Модель Хата.
36. Моделирование быстрых замираний. Модель Кларка.
37. Произвести моделирование АМ-радиосигнала методом решения дифференциального уравнения при следующих исходных данных: частота несущего гармонического колебания $f_0 = 10 \text{ кГц}$, частота модулирующего сигнала $\Omega = 100 \text{ Гц}$, амплитуда модулирующего сигнала $U_m = 1 \text{ В}$, индекс амплитудной модуляции $m_{AM} = 0.45$. Оценить по временной реализации модельное значение частоты модулирующего сигнала, индекс амплитудной модуляции и амплитуду модулирующего сигнала.
38. Произвести моделирование генератора гармонического сигнала явным методом при следующих исходных данных: амплитуда гармонического сигнала $U_m = 10 \text{ В}$, циклическая частота гармонического сигнала $f_0 = 20 \text{ кГц}$, начальная фаза гармонического сигнала $\varphi_0 = 45^\circ$. Оценить модельные параметры гармонического сигнала по построенной временной реализации. Построить амплитудный спектр смоделированного сигнала. Оценить значение модельной частоты сигнала.
39. Произвести моделирование ЧМ-радиосигнала методом решения дифференциального уравнения при следующих исходных данных: частота несущего гармонического колебания $f_0 = 30 \text{ кГц}$, амплитуда несущего колебания $U_m = 7 \text{ В}$, частота модулирующего сигнала $\Omega = 3000 \text{ Гц}$, индекс частотной модуляции $m_{ЧМ} = 2$. Оценить по временной реализации модельное значение амплитуды несущего колебания, построить амплитудный спектр ЧМ сигнала, провести его анализ.
40. Построить модель генератора ЧМ сигнала явным методом при следующих исходных данных: частота несущего гармонического колебания $f_0 = 10 \text{ кГц}$, амплитуда несущего колебания $U_m = 3 \text{ В}$, начальная фаза несущего колебания $\varphi_0 = 0^\circ$, частота модулирующего сигнала $\Omega = 1000 \text{ Гц}$, индекс частотной модуляции $m_{ЧМ} = 3$, амплитуда модулирующего сигнала $A_m = 2 \text{ В}$. Построить амплитудный спектр ЧМ сигнала, оценить по спектру его ширину, сравнить с известной зависимостью ширины спектра сигнала с УМ от индекса частотной модуляции.
41. Построить модель фазового модулятора, формирующего на своем выходе дискретный ФМ-радиосигнал, при следующих исходных данных: амплитуда, циклическая частота и начальная фаза несущего колебания соответственно

- $U_m = 5B$, $f_0 = 15 \text{ кГц}$, $\varphi_0 = 0^0$, амплитуда, частота и начальная фаза информационного сигнала $S_0 = 3B$, $\Omega = 1 \text{ кГц}$, $\varphi_m = 0^0$, коэффициент фазовой модуляции $m_{\varphi M} = 1; 2, 25; 4$. Построить временные реализации сигнала и его амплитудные спектры. Оценить по спектру его ширину, сравнить с известной зависимостью ширины спектра сигнала с УМ от индекса фазовой модуляции.
42. Построить модель сумматора, на первый вход которого подан гармонический сигнал с параметрами: амплитудой $U_{m1} = 5 B$, частотой $f_1 = 30 \text{ кГц}$, начальной фазой $\varphi_1 = \frac{\pi}{3}$, а на второй вход подан гармонический сигнал с параметрами: амплитудой $U_{m2} = 9 B$, частотой $f_2 = 10 \text{ кГц}$, начальной фазой $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$. Построить временные реализации воздействий, выходного результирующего колебания, амплитудный спектр выходного результирующего колебания. Сделать вывод о параметрах частотных составляющих в спектре результирующего колебания, объяснить причины расхождения соотношения амплитуд гармонических колебаний в модельном спектре с теоретическим значением.
43. Построить модель перемножителя, на первый вход которого подан гармонический сигнал с параметрами: амплитудой $U_{m1} = 5 B$, частотой $f_1 = 30 \text{ кГц}$, начальной фазой $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$, а на второй вход подан гармонический сигнал с параметрами: амплитудой $U_{m2} = 3 B$, частотой $f_2 = 10 \text{ кГц}$, начальной фазой $\varphi_2 = 0$. Построить временные реализации воздействий, выходного результирующего колебания, амплитудный спектр выходного результирующего колебания. Дать трактовку полученным результатам.
44. Построить модель линии задержки (ЛЗ), согласованной с нагрузкой и выполненной на отрезке радиочастотного кабеля с параметрами: относительная диэлектрическая проницаемость $\varepsilon = 1,4$, тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta = 10^{-4}$ (диэлектрическое заполнение – вспененный полиэтилен), длина линии задержки $\ell = 0,5 \text{ м}$, диаметр наружного проводника $D = 52 \text{ мм}$, волновое сопротивление $Z_0 = 50 \text{ Ом}$, материал проводников – медь. На вход линии задержки подан гармонический сигнал с параметрами: амплитуда $U_m = 2B$, частота $f_c = 200 \text{ МГц}$, начальная фаза $\varphi_c = \frac{\pi}{3}$ рад. Построить модель дискретного гармонического сигнала, действующего на входе ЛЗ. Оценить параметры модельного сигнала, сделать вывод об адекватности модели гармонического сигнала. Методом комплексной огибающей получить комплексную огибающую сигнала на выходе ЛЗ. Оценить его параметры: амплитуду и начальную фазу. Построить временные реализации выходного и входного колебаний. Оценить сдвиг по фазе и величину затухания амплитуды гармонического сигнала после прохождения линии задержки. При моделировании рекомендуется воспользоваться следующими расчетными выражениями:
45. $Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon}} \ln\left(\frac{D}{d}\right)$ - связь волнового сопротивления с параметрами коаксиального кабеля;

46. $R_s = 0,26 \cdot 10^{-3} \sqrt{f_c}$ - поверхностное сопротивление медных проводников, где значение частоты в МГц;
47. $\alpha_n = \frac{6,9}{Z_0} \left(\frac{R_{s1}}{D} + \frac{R_{s2}}{d} \right)$ - составляющая потерь в проводниках, дБ/м;
48. $\alpha_d = 9 \cdot 10^{-2} f_c \sqrt{\epsilon} \tan \delta$ - составляющая потерь в диэлектрике, дБ/м, где значение частоты в МГц.
49. Произвести моделирование случайного процесса с равномерным законом

распределения вида:
$$W(x) = \begin{cases} 0, & \text{if } x < b \\ \frac{1}{a-b}, & b \leq x \leq a, \text{ где } b=0; a=1. \\ 0, & \text{if } x > a \end{cases}$$

графически сформированную выборку значений случайной величины, произвести проверку на попадание значений модельного случайного процесса (СП) в заданный интервал [0;1]. Для формирования модельного СП воспользоваться встроенной функцией MathCAD `runif(N,b,a)`. Построить гистограмму распределения модельного СП, при построении число подинтервалов задать равным $N=10$. Произвести проверку гипотезы о равномерном законе распределения модельного СП по критерию Пирсона. Вычислить математическое ожидание, СКО и дисперсию модельного СП, сравнить с известными теоретическими значениями данных числовых характеристик СП с равномерным законом распределения.

50. Произвести моделирование процесса функционирования ФНЧ в виде последовательного соединения резистора и конденсатора с параметрами $R = 1 \text{ кОм}$, $C = 0,1 \text{ мкФ}$. Воздействовать на вход ФНЧ модельным результирующим сигналом в виде суммы трех модельных дискретных гармонических напряжений с одинаковыми амплитудами, равными 5 В, одинаковыми начальными фазами, равными нулю и циклическими частотами соответственно равными 30 кГц, 10кГц и 1 кГц. Построить временные реализации модельных результирующего воздействия и его отдельных составляющих. Построить амплитудный спектр результирующего воздействия в логарифмическом масштабе представления амплитуды гармоник. Применяя спектральный метод анализа получить и построить амплитудный спектр сигнала на выходе ФНЧ. Построить временную реализацию выходного сигнала. Дать трактовку полученным результатам.
51. Произвести моделирование процесса функционирования ФВЧ в виде последовательного соединения резистора и катушки индуктивности с параметрами $R = 100 \text{ Ом}$, $L = 0,6 \text{ мГн}$. Воздействовать на вход ФВЧ модельным результирующим сигналом в виде суммы трех модельных дискретных гармонических напряжений с одинаковыми амплитудами, равными 5 В, одинаковыми начальными фазами, равными нулю, и циклическими частотами соответственно равными 60 кГц, 2 кГц и 1 кГц. Построить временные реализации модельных результирующего воздействия и его отдельных составляющих. Построить амплитудный спектр результирующего воздействия в логарифмическом масштабе представления амплитуды гармоник. Применяя спектральный метод анализа получить и построить амплитудный спектр сигнала на выходе ФВЧ. Построить временную реализацию выходного сигнала. Дать трактовку полученным результатам.

Типовой экзаменационный билет по дисциплине «Моделирование систем и процессов»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФГБОУ ВО «КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
БАЛТИЙСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА

Экзаменационный билет № 1

Дисциплина:	Моделирование систем и процессов	Специальность:	25.05.03
Семестр:	V, осенний		
Кафедра:	СРТС		

1.	Понятие процесса моделирования и модели. Классификация моделей по способу реализации: физические, математические, полунатурные модели.
2.	Экзаменационное практическое задание.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры	Дата:	Протокол № ____
Заведующий кафедрой	подпись	Волхонская Е.В. ФИО

5 Формат сведений о ФОС и ее согласовании

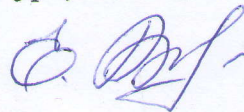
Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине представляет собой приложение к рабочей программе дисциплины

«Моделирование систем и процессов»

(наименование дисциплины)

образовательной программы специалитета по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» и специализациям 25.05.03 «Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота», 25.05.03 «Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита» и соответствует учебному плану, утвержденному 31 января 2018 г. и действующему для курсантов (студентов), принятых на первый курс, начиная с 2013 года.

Автор (ы) фонда – Волхонская Е.В.



Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовых радиотехнических систем (протокол № 9 от 18 июня 2018 г.)

Заведующий кафедрой  /Е.В. Волхонская/

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании методической комиссии радиотехнического факультета (протокол № 6 от 27 июня 2018 г.)

Председатель методической комиссии  /А.Г. Жестовский/

Согласовано

начальник отдела

мониторинга и контроля  /Л.В. Борисевич/