



Рецензент: д.т.н., профессор Рындык А. Г.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

«02.06» 2021 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.02Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 22.09.2017 № 958 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 17.12.20 № 5

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 03.06.21 № 5

Зав. кафедрой д.т.н, профессор, Моругин С.Л. \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, Протокол от 10.06.21 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ \_\_\_\_\_ № 11.04.02 -p-12  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина  
(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины ....	4
4. Структура и содержание дисциплины .....	6
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	133
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	155
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	17
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	188
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	188
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	20
11. Оценочные средства для контроля Освоения дисциплины .....	211

### **1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целью (целями) освоения дисциплины является** получение основных знаний в области математического моделирования законов поведения динамических систем различного типа, включая электродинамические.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение тензорных математических операций, лежащих в основе формулировок для законов поведения динамических систем различного типа, включая электродинамические; поля с наличием переходных зон, имеющих особые точки типа седло;
- изучение теории и получение практических навыков по исследованию поведения динамических систем, в том числе в процессе фазовых переходов из одного устойчивого, стационарного состояния в другое, включая исследование поведения структуры электромагнитного поля с наличием переходных зон, имеющих особые точки типа седло;
- овладение навыками исследования работы сложных динамических систем на основе применения современных компьютерных технологий;

### **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина "Математический аппарат динамических систем" включена в перечень, вариативной части дисциплин(формируемой участниками образовательных отношений) по выбору (запросу студентов), направленный на углубление уровня освоения компетенций. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 11.04.02«Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Дисциплина базируется на программе бакалавриата по специальности 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении научно-исследовательской работы, выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Математический аппарат динамических систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки:

- Способен осуществлять поиск, анализ информации для эффективного выполнения задачи(ПКС-8);

В таблице 1 представлены дисциплины, участвующие в формировании данной компетенции.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ПКС-8</b>								
Управление проектами в области информационно-телекоммуникационных сетей (Б1.В.ОД.1)			∨					
Интегральные методы анализа (Б1. В.ОД.2)			∨					
Математический аппарат динамических систем (Б1. В.ОД.3)	∨							
Технологии больших данных (Б1. В.ОД.4)				∨				
Случайные процессы в динамических системах телекоммуникаций (Б1.В.ДВ.1.1)				∨				
Статистические свойства динамических систем (Б1.В.ДВ.1.2)				∨				
IP-телефония (Б1.В.ДВ.2.1)		∨						
Проектирование радиорелейных и сотовых сетей (Б1.В.ДВ.2.2)		∨						
Выполнение и защита ВКР(Б3.Д.1)				∨				

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2.

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код ТФ	Квалификационные требования к выбранной ТФ*	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
				Текущего контроля	Промежуточной аттестации			
<b>ПКС-8. Способен осуществлять поиск, анализ информации для эффективного выполнения задачи</b>	ИПКС-8.1. Проводит анализ качества работы каналов и находит информацию по устранению неполадок.	06.018 <i>C/03.7</i>	<b>Трудовые действия:</b> - Анализ качества работы каналов и технических средств связи	Знать: основы требований к качеству связи	Уметь: производить поиск и анализ информации по эффективному устранению неполадок, принимать управленческие решения, мотивировать работников на решение производственных задач	Владеть: программным обеспечением баз данных оборудования и инструментальными измерениями	Вопросы для сдачи допуска к лабораторным работам 1-5.	Вопросы для теоретического зачета (10 билетов)
		06.018 <i>C/03.7</i>	<b>Необходимые умения:</b> - Систематизировать данные с целью организации работ по улучшению качества работы оборудования <b>Необходимые знания:</b> - Классификация отказов оборудования.					

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Всего час.	Трудоёмкость в час	
		В т.ч. по семестрам	
		1	2
Формат изучения дисциплины		очный	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108	-
<b>1 Контактная работа:</b>	40	40	-
1.1 Аудиторная работа, в том числе:	34	-	34
занятия лекционного типа (Л)	17	-	17
лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
практические занятия	17	-	17
1.2 Внеаудиторная, в том числе	6	-	6
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	-	6
<b>2 Самостоятельная работа (СРС)</b>	68	-	68
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным)	24	-	24
Подготовка к зачёту (подготовка)	10	-	10
Курсовой проект (КП) (подготовка)	34	-	34
Подготовка к экзамену (контроль)	-	-	-

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
ПКС-8: ИПКС-8.1	<b>Раздел 1</b> Методы тензорной алгебры и тензорного анализа как средства обобщения векторной алгебры и анализа.					См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Тема 1.1</b> Евклидово пространство двух измерений (внутреннее умножение, внешнее умножение)	1				См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Тема 1.2</b> Евклидово пространство трех измерений (градиент, дивергенция, ротор )	1				См. [6.1.1]	Презентация						
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				1	См. [6.1.1]	Компьютерные симуляции						
	<b>Итого по 1 разделу</b>	2			1								
	<b>Раздел 2</b> Пространство Минковского как естественная среда для обобщения векторного анализа в виде тензорного исчисления.					См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Тема 2.1</b> Тензорные алгебра и анализ псевдоевклидовых пространств четырех измерений (4-векторы, бивекторы)	3				См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Практическое занятие</b> Волновое			1	1	Подготовка к прак-	Компьютерные си-						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	уравнение в вакууме (оператор Лапласа, оператор Гамильтона)					тическому занятию [6.1.1]	муляции						
	<b>Практическое занятие</b> Применение тензорной алгебры 4-мерного псевдоевклидова пространства к формулировке проблем общей динамики и электродинамики (внутреннее и внешнее перемножение векторов с бивекторами)			2	2	Подготовка к практическому занятию [6.1.1]	Компьютерные симуляции						
	<b>Тема 2.2</b> Математическая формулировка задач динамики и электродинамики в терминах тензорного анализа (4-мерные ротор и дивергенция)	2			1	См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Тема 2.3</b> Современная, релятивистская теория электромагнетизма как реализация теорем тензорной алгебры и анализа в псевдоевклидовом пространстве Минковского (4-векторы плотности тока и плотности силы Минковского, 4-тензор электромагнитного поля)	2			1	См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Практическое занятие</b> Вихревое			2	1	Подготовка к прак-	Компьютерные си-						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	уравнение движения (4-вектор скорости, антисимметричный кинетический 4-тензор весомой субстанции). Введение в Matlab.Работа с массивами в Matlab.					тическому занятию [6.1.1, 6.3.1, 6.3.2]	муляции						
	<b>Тема 2.4</b> Движение с ненулевым уровнем энергии (гамильтониан, теорема Бергтрана)	2				См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Практическое занятие</b> Движение с нулевым гамильтонианом (потенциал внешних сил, потенциал Ньютона, потенциал Гука). Графическая визуализация вычислений в Matlab.			1	2	Подготовка к практическому занятию [6.1.1, 6.3.3]	Компьютерные симуляции						
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				1	См. [6.1.1]							
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>9</b>	-	<b>6</b>	<b>10</b>								
	Раздел 3 Использование теории функций комплексного переменного для визуализации в среде Matlab траекторий движения объектов в сложных динамических системах с наличием переходных зон от одного устойчивого состояния к другому, а также структуры электромагнитного поля с наличием переходных зон, включающих особые точки поля типа седло					См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Тема 3.1</b> Периодические и двоякоперiodические функции комплексной переменной (гармонические функции,	1				См. [6.1.1]	Презентация						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	эллиптические функции Якоби)												
	<b>Практическое занятие</b> Математическая теория неоднородных поперечных плоских волн			1	1	Подготовка к практическому занятию [6.3.7]	Компьютерные симуляции						
	<b>Тема 3.2</b> Метод конформных отображений и вращательно-симметричные координаты	1				См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Практическое занятие</b> Метод конформных отображений и вращательно-симметричные координаты (Краевые задачи электростатики). Основы трехмерной графики в Matlab.			2	2	Подготовка к практическому занятию [6.3.8, 6.3.5]	Компьютерные симуляции						
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				1	См. [6.1.1]	Компьютерные симуляции						
	<b>Итого по 3 разделу</b>	2	4	3	4								
ПКС-1: ИПКС-1.3	<b>Раздел 4</b> Использование теории функций комплексного переменного для визуализации в среде Matlab траекторий движения объектов в динамических системах с наличием неустойчивостей в виде переходных зон от одного устойчивого состояния к другому, а также структуры электромагнитного поля с наличием переходных зон, включающих особые точки поля типа седло												
	<b>Тема 4.1</b> Гладкие координатные функции	2				См. [6.1.1]	Презентация						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	ции комплексной переменной												
	<b>Практическое занятие</b> Негладкие отображения. Часть 1: применение в теории динамических систем с переходными зонами и наличием особых точек типа седло (особые точки в виде точек ветвления алгебраических координатных функций комплексной переменной). М-файлы. Вычисления в MatLab.			4	5	Подготовка к практическому занятию [6.1.1, 6.3.8, 6.3.5 ]	Компьютерные симуляции						
	<b>Тема 4.2</b> Негладкие, в том числе алгебраические координатные функции комплексной переменной	2				См. [6.1.1]	Презентация						
	<b>Практическое занятие</b> Негладкие отображения. Часть 2: применение в электродинамике для моделирования структуры поля неоднородных плоских волн с наличием в структуре переходных зон, обладающих особыми точками типа седло (точки ветвления алгебраических координатных функций комплексной переменной)			4	2	Подготовка к практическому занятию [6.1.1]	Компьютерные симуляции						
	Самостоятельная работа над лекционным материалом				2	См. [6.1.1]	Компьютерные симуляции						
	<b>Итого по 4 разделу</b>	4	-	8	9								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС <sup>12</sup>	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий <sup>13</sup>	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) <sup>14</sup>	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) <sup>15</sup>				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
	Курсовая работа (КР)				34	См. [6.3.11]	Компьютерные симуляции						
	Подготовка к зачету				10	См. [6.1.1]	Компьютерные симуляции						
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	17	-	17	<b>68</b>								

<sup>14</sup> приводятся количество часов Практической подготовки (при наличии), которая производится на предприятиях, согласно договору НГТУ (берутся из ОП ВО, раздел \_\_\_\_\_)

<sup>15</sup> при наличии, приводятся наименование разработанного Электронного курса в рамках раздела (разделов), прошедшего экспертизу (трудоемкость в часах)

## 5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль осуществляется на практических и лабораторных занятиях, промежуточный контроль осуществляется на зачете в устной форме.

### 5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы для подготовки к практическим занятиям (пример).

- 5.1.1 Что такое «координатная функция» и комплексной переменной?
- 5.1.2 Назовите основные отличия конформных отображений, использующих 1-листные и 2-листные отображающие функции.
- 5.1.3 Какое значение имеют электрическое и магнитное поле в особых точках с нарушенной гладкостью?
- 5.1.4 Как выражаются конформные коэффициенты Ламе для вращательно-симметричных систем координат через «координатную функцию»?
- 5.1.5 Чем отличаются «координатные функции» первого и второго и третьего рода?

Примеры вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет).

- 5.1.6 Написать скрипт на встроенным языке программирования MatLab, реализующий алгоритм построения семейства координатных линий биполярной, полярной и эллиптической системы координат на плоскости.
- 5.1.7 Записать уравнения связи между декартовыми координатами на вещественной плоскости и полярными координатами в двух эквивалентных формах: обычной и в конформном представлении. Пояснить связь конформного представления с теорией функций комплексного переменного.
- 5.1.8 Вывести волновые уравнения для векторного  $\vec{A}$  и скалярного  $\varphi$  потенциалов электромагнитного поля, воспользовавшись тензорным уравнением:  $\nabla \cdot \vec{F} = \vec{J}$ .
- 5.1.9 Получить выражение для 4-вектора плотности силы Минковского, исходя из определения:  $\vec{F}_M = \frac{1}{4\pi} \vec{J} \cdot \vec{F}$
- 5.1.10 Что такое ковариантный контравариантный векторный операторы дифференцирования в пространстве Минковского?

### 5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине в ходе текущего контроля (практические занятия) применяется **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов. Шкала оценок и критерии представлены в таблице 6

При оценивании результатов промежуточной аттестации используется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Шкала оценок и критерии представлены в таблице 7.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результата обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ПКС-8.</b> Способен осуществлять поиск, анализ информации для эффективного выполнения задачи	ИПКС-8.1. Проводит анализ качества работы каналов и находит информацию по устранению неполадок.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены правовые нормы принятия управленческого решения, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач; неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные спомощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения при управлении проектом. Умеет использовать правовую документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

- 6.1.1 Математический аппарат динамических систем: учебное пособие / А. В. Кукушкин. — Нижний Новгород: НГТУ, 2020. — 174 с. — ISBN 978-5-502-01301-7.
- 6.1.2 Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Треяль, О. А. Коршакова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-2284-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90060> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 6.1.3 Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168620> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 6.1.4 Баранова М. С. Векторный анализ: Методические указания и расчетные задания по курсу высшая математика для студентов всех специальностей и форм обучения, Ч. 5, / НГТУ им. Р. Е. Алексеева, каф. «Высшая математика», сост. М. С Баранова [и др.], научный редактор Ю. А. Самохин, Н. Новгород, 2012, - 27 с.

### 6.2 Справочно-библиографическая литература

периодические издания;

- 6.2.1 Журнал «Успехи физических наук» [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru), свободный.  
статьи:  
Кукушкин А. В. Инвариантная редакция потенциального метода интегрирования вихревого уравнения движения для материальной точки, Успехи физических наук, том 172, Выпуск 11, 2002, Москва, С.1271-1282.
- 6.2.2 Журнал «Инженерная физика»[Сайт] – URL: <https://infiz.tgizd.ru>  
Кукушкин А. В., Рухадзе А. А. Релятивистки ковариантная теория движения энергии электромагнитных волн, Инженерная физика, №5, 2014, Москва, С. 18-52,<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/14642.html>, Режим доступа свободный.
- 6.2.3 Журнал «Прикладная физика и математика»[Сайт] – URL: <https://pfim.tgizd.ru>  
Кукушкин А. В. Негладкие отображения. Стационарные модели и задачи негладкой динамики и электродинамики. Часть 1, Прикладная физика и математика, №1, 2015, Москва, С. 94-118,<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/15247.html>, Режим доступа свободный.
- 6.2.4 Журнал «Прикладная физика и математика»[Сайт] – URL: <https://pfim.tgizd.ru>  
Кукушкин А. В. Математические основы теории поперечных плоских волн (Волновые частицы классического поля), Прикладная физика и математика, №1, 2013, Москва, С. 98 – 119,  
<http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/13670.htm>, Режим доступа свободный.
- 6.2.5 Журнал «Прикладная физика и математика»[Сайт] – URL: <https://pfim.tgizd.ru>  
Кукушкин А. В. Метод конформных отображений и вращательно-симметричные координаты (Краевые задачи электростатики), Прикладная физика и математика,

№2, 2013, Москва, С. 39 –

57, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/13669.html>, Режим доступа свободный.

### **6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

- 6.3.1 Введение в Matlab. Методические указания к практическому занятию №3.1 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. — 10 с.
- 6.3.2 Работа с массивами. Методические указания к практическому занятию №3.2 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. — 11 с.
- 6.3.3 Графическая визуализация вычислений. Методические указания к практическому занятию №3.3 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. — 9 с.
- 6.3.4 Основы трехмерной графики. Методические указания к практическому занятию №3.4 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. — 8 с.
- 6.3.5 М-файлы. Язык программирования и вычисления в Matlab. Методические указания к практическому занятию №4.1 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. — 15 с.
- 6.3.6 Создание трехмерных фигур с помощью вращения комплексной плоскости. Методические указания к практическому занятию №4.2 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. — 17 с.
- 6.3.7 Математическая теория поперечных плоских волн. Методические указания к практическому занятию №1 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. — 45 с.
- 6.3.8 Метод конформных отображений и вращательно-симметричные координаты (Краевые задачи электростатики). Методические указания к практическому занятию №2 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. -39 с.
- 6.3.9 Негладкие отображения. Часть 1. Методические указания к практическому занятию №3 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для сту-

- дентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. -49 с.
- 6.3.10 Негладкие отображения. Часть 2. Методические указания к практическому занятию №4 по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2021. -33 с.
- 6.3.11 Методическоепособие по курсовой работе по курсу «Математический аппарат динамических систем» для студентов вузов направления 11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» всех форм обучения. [Электронный ресурс]/ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, каф. КТПП; Сост. А.В. Кукушкин - Нижний Новгород, 2020. -52 с.

## 7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

### 7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ)

- 7.1.1 Sciteclibrary.Научно-техническая библиотека. - [Сайт] URL: <http://www.sciteclibrary.ru/>, Режим доступа: свободный.
- 7.1.2 Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- 7.1.3 КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
- 7.1.4 Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
- 7.1.5 Электронно-библиотечная система Znaniум.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
- 7.1.6 Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

### 7.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В таблице 7 приведен перечень доступных в сети университета библиотечных систем.

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	Sciteclibrary	<a href="http://www.sciteclibrary.ru/">http://www.sciteclibrary.ru/</a>

В таблице 8 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
Dr.Web (договор № 31704840788 от 20.03.17)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016 )	
T-FlexCad 3D 17 Университетская лицензия (Договор 136-ПР-ТСН-8-2016 без ограничения времени)	

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts</a>
2	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
3	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в таблице 11.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			1
1	<b>5315</b> учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на внешний монитор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1шт. • Телевизор LG 49"- 1 шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 6 шт.	• Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ) • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19). • T-FlexCad 3D 17 Университетская лицензия (Договор 136-ПР-ТЧ-8-2016 без ограничения времени)
1	<b>5317</b> учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1шт. • Мультимедийный проектор ViewSonic PJD6253 - 1 шт; • Экран – 1 шт.;	• Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ) • Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).
	<b>5320</b> компьютерный класс - помещение для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий, СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28л	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 8 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 13 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 10 (подписка ИВЦ) • Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободно распространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • T-FlexCad 3D 17 Университетская лицензия (Договор 136-ПР-ТЧ-8-2016 без ограничения времени) • Autodesk Inventor Pro 2019 (Лицензия № 564-65693746) • Inventor Nastran in Cad 2019 (Лицензия № 564-02998488) • Autodesk CFD Ultimate 2019 (Лицензия № 564-09028029) • NI AWR Design Environment 13 (Лицензия №476) • ELCUT 6.5 студенческий (свободно распространяемое ПО) • ТРИАНА 2.0 (Демо версия без ограничения времени)

## **10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- балльно-рейтинговая технология оценивания(при наличии);
- отчеты по лабораторным работам.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами.Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

### **10.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине. В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

### **10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

### **11.1 Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям**

- 11.1.1 Какое значение имеют электрическое и магнитное поле особых точках структуры поля типа седло, где нарушено свойство гладкости?
- 11.1.2 Назовите основные отличия конформных отображений, использующих 1-листные и n-листные «координатные функции».
- 11.1.3 Почему точки ветвления n-листных «координатных функций» играют роль первых точек конформного отображения, предназначенного для моделирования структуры поля неоднородной поперечной плоской волны?
- 11.1.4 Какому физическому понятию соответствует термин «гамильтониан»?
- 11.1.5 Поясните суть алгебраического метода для определения точек ветвления алгебраических координатных функций? Когда координатную функцию считают алгебраической?

### **11.2 Типовые вопросы для лабораторных работ**

- 11.2.1 В чем различие M-функций и M-сценариев в Matlab?
- 11.2.2 В чем отличие поэлементного умножения матриц от обычного матричного умножения?
- 11.2.3 С помощью каких командных символов производится транспонирование и комплексное сопряжение матриц?
- 11.2.4 Чем отличаются циклы for и while?
- 11.2.5 Какие функции выполняет оператор break когда его применяют?
- 11.2.6 Чем отличаются символьные вычисления от численных? С чего нужно начать при переходе к символьным операциям?

### **11.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

#### **Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПКС-1: ИПКС-1.1):**

- 11.3.1 С помощью какой операции над ортами можно построить множество «биортов»?
- 11.3.2 Определите количество ненулевых биортов для пространства с размерностью N?
- 11.3.3 Дайте общее определение для внутреннего умножения ортов с биортами в пространстве Минковского.
- 11.3.4 Дайте общее определение для внешнего умножения ортов с биортами в пространстве Минковского, N = 4. Чем оно отличается от случая N = 3?

- 11.3.5 Как определяется тензор электромагнитного поля? Каким он является тензором: симметричным или антисимметричным?
- 11.3.6 Произведите вывод первой группы уравнений Максвелла в вакууме.
- 11.3.7 Получите волновое уравнение для потенциалов электромагнитного поля: для векторного и скалярного. Какую роль здесь играет «калибровка Лоренца»?
- 11.3.8 Что такое 4-скорость? Какую роль она играет при выводе «вихревого уравнения движения», обобщающего уравнение движения Ньютона?
- 11.3.9 Как реализуется кинематическая инверсия для преобразований Лоренца?
- 11.3.10 Запишите преобразования Лоренца для ортов инерциальной системы отсчета (ИСО).
- 11.3.11 Используя преобразования Лоренца для ортов, докажите закон сохранения заряда.
- 11.3.12 Каким образом из уравнений Лоренца для преобразования ортов можно вывести правила для преобразования биортов?
- 11.3.13 Пусть в движущейся ИСО определено однородное электростатическое поле (поле плоского конденсатора), направленное по координате  $x_1$ . Причем, указанная ИСО движется вдоль нарастания именно этой координаты (поле является продольным). Докажите с помощью лоренцевых уравнений для преобразования биортов, что продольное поле преобразуется к осям лабораторной системы тождественно, а поперечное – нет.
- 11.3.14 Покажите также, что в первом случае магнитное поле не индуцируется, а во втором индуцируется. По какой оси в лабораторной системе направлено магнитное поле во втором случае?
- 11.3.15 Объясните релятивистский эффект замедления времени.
- 11.3.16 Чему равен квадрат длины 4-вектора скорости? Почему его значение не зависит от системы координат?

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ИРИТ:

Мякиньков А.В.

подпись

ФИО

“ \_\_\_\_ ”

2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины<sup>22</sup>  
«Б1.В.ОД.1Математический аппарат динамических систем»**  
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки магистров

Направление: 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

Направленность Информационные технологии проектирования радиоэлектронных устройств

Форма обучения \_\_ очная

Год начала подготовки: 2021

Курс 1

Семестр 2

<sup>23</sup> а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20 \_\_ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1) .....;

2) .....;

3) .....

Разработчик (и): Кукушкин А.В., к.т.н  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«\_\_» 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры КТПП

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» 2021 г.

Заведующий кафедрой КТПП С.Л. Моругин \_\_\_\_\_

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой КТПП \_\_\_\_\_ «\_\_» 2021 г.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабаева

<sup>22</sup>Рабочая программа дисциплины актуализируется ежегодно перед началом нового учебного года.

<sup>23</sup>Разработчик выбирает один из представленных вариантов

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины «Математический аппарат динамических систем»**  
**ОП ВО по направлению 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи,**  
**направленность Электронная техника, радиотехника и связь**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Рындык А. Г., зав. Кафедрой ИРС, НГТУ им. Р. Е. Алексеева, д.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Математический аппарат динамических систем» ОП ВО по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», направленность «Электронная техника, радиотехника и связь» (уровень обучения) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре КТПП (разработчик – Кукушкин А.В., к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 11.04.03 "Конструирование и технология электронных средств". Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного цикла –Б1.В.ОД.3.

Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Математический аппарат динамических систем» закреплено 1 **компетенция**. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Математический аппарат динамических систем» составляет 3 зачётных единицы (108 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Математический аппарат динамических систем» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла –Б1.В.ОД.3 направления 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источников (базовый учебник), периодическими изданиями – 5 источника со

ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 6 источников и соответствует требованиям ФГОСВО направления 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Математический аппарат динамических систем» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Математический аппарат динамических систем».

## **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Математический аппарат динамических систем» ОПОП ВО по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», направленность «Электронная техника, радиотехника и связь» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Кукушкиным А.В., к.т.н., доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Рындык А. Г., зав. кафедрой ИРС, НГТУ им. Р. Е. Алексеева,  
д.т.н. \_\_\_\_\_ «02.06» 2021 г.  
(подпись)