

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

Кафедра № 1

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«31» августа 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Разностные уравнения»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	01.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная математика и информатика
Наименование направленности	Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве
Форма обучения	очная

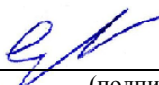
Санкт-Петербург– 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

д.ф.-м.н., доц.

(уч. степень, звание)



31.08.21

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 1

«31» августа 2021 г, протокол № 08/2

Заведующий кафедрой № 1

д.ф.-м.н., доц.

(уч. степень, звание)



31.08.21

(подпись, дата)

А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 01.03.02(01)

проф., д.ф.-м.н. доц.

(должность, уч. Степень,  
звание)



31.08.21

(подпись, дата)


А.О. Смирнов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

к.т.н., доц.

(должность, уч. степень,  
звание)



31.08.21

(подпись, дата)

М.С.Смирнова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Разностные уравнения» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» направленности «Прикладная математика и информатика в наукоемком производстве». Дисциплина реализуется кафедрой «№1».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-7 «Способен выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей наукоемкой продукции и процессов ее изготовления, стандартные методы и средства проектирования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с нахождением последовательностей, члены которых удовлетворяют алгебраическим уравнениям или системам алгебраических уравнений.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

*Цель дисциплины – получение студентами необходимых навыков в области методов решения и анализа поведения решений разностных уравнений, используемых при описании математических моделей объектов и процессов с дискретным временем.*

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей наукоемкой продукции и процессов ее изготовления, стандартные методы и средства проектирования	ПК-7.3.1 знать методы разработки математических моделей объектов автоматизации и управления ПК-7.У.1 уметь применять прикладные программные средства для анализа и синтеза моделей объектов и процессов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»,
- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Нелинейные модели».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

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

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины,</b>	3/ 108	3/ 108

ЗЕ/ (час)		
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия</b> , всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	34	34
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	57	57
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.  
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Линейные разностные уравнения первого порядка	2	4			9
Раздел 2. Линейные однородные разностные уравнения порядка $n > 1$	2	4			10
Раздел 3. Линейные неоднородные разностные уравнения порядка $n > 1$	4	8			9
Раздел 4. Системы линейных разностных уравнений	2	4			10
Раздел 5. Преобразование Лорана и его свойства.	4	8			9
Раздел 6. Метод преобразования Лорана решения линейных разностных уравнений	3	6			10
Итого в семестре:	17	34			57
Итого	17	34	0	0	57

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.  
Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<b>Линейные разностные уравнения первого порядка.</b> Разностные уравнения, основные определения. Линейное однородное разностное уравнение первого порядка. Линейное неоднородное разностное уравнение первого порядка. Таблица сумм.

<b>2</b>	<b>Линейные однородные разностные уравнения порядка <math>n &gt; 1</math>.</b> Свойства решений линейных однородных разностных уравнений. Общее решение. Аналог формулы Лиувилля. Конечные разности. Линейные однородные разностные уравнения с постоянными коэффициентами.
<b>3</b>	<b>Линейные неоднородные разностные уравнения порядка <math>n &gt; 1</math>.</b> Свойства решений линейных неоднородных разностных уравнений. Общее решение. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные неоднородные разностные уравнения с постоянными коэффициентами, метод последовательного суммирования. Линейные неоднородные разностные уравнения с постоянными коэффициентами и со специальной правой частью.
<b>4</b>	<b>Системы линейных разностных уравнений.</b> Матричный метод решения систем линейных разностных уравнений. Метод сведения к одному уравнению.
<b>5</b>	<b>Преобразование Лорана.</b> Преобразование Лорана числовой последовательности, основные определения. Линейность преобразования Лорана. Однородность преобразования Лорана. Дифференцирование преобразования Лорана. Интегрирование преобразования Лорана. Преобразование Лорана свертки последовательностей. Преобразование Лорана смещенной последовательности. Таблицы прямого и обратного преобразования Лорана.
<b>6</b>	<b>Метод преобразования Лорана решения линейных разностных уравнений.</b> Решение линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами методом преобразования Лорана. Решение систем линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами методом преобразования Лорана. Сведение линейных разностных уравнений с рациональными коэффициентами к линейным дифференциальным уравнениям. Элементы теории управления.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6					
1	Линейные неоднородные разностные уравнения первого	Решение типовых задач	4	4	1

	порядка				
2	Линейные однородные разностные уравнения второго порядка с переменными коэффициентами и известным частным решением	Решение типовых задач	4	4	2
3	Линейные однородные разностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами	Решение типовых задач	4	4	2
4	Линейные неоднородные разностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами	Решение типовых задач	4	4	3
5	Системы из двух линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами	Решение типовых задач	4	4	4
6	Вычисление преобразований Лорана от последовательностей.	Решение типовых задач	4	4	5
7	Восстановление последовательностей по преобразованию Лорана	Решение типовых задач	4	4	5
8	Решение линейных разностных уравнений методом преобразования Лорана	Решение типовых задач	6	6	6
Всего			34	34	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической	№ раздела
-------	---------------------------------	---------------------	---------------------	-----------

			подготовки, (час)	дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	29	29
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	14	14
Домашнее задание (ДЗ)	9	9
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	57	57

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
ЭБС Лань	Романко, В.К. Курс разностных уравнений. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон.дан. — М.: Физматлит, 2012. — 200 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59620">http://e.lanbook.com/book/59620</a> — Загл. с экрана	ЭБС Лань



ЭБС Лань	Романко, В.К. Разностные уравнения. [Электронный ресурс]: Учебные пособия — Электрон. дан. — М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2012. — 108 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4401">http://e.lanbook.com/book/4401</a> — Загл. с экрана.	ЭБС Лань
----------	---	----------

#### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

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

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

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

#### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

#### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Аудитория для практических занятий	

#### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Задачи.

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Расскажите, как определяется порядок разностного уравнения	ПК-7.3.1
2	Напишите, как выглядит линейное однородное разностное уравнение первого порядка	ПК-7.3.1
3	Напишите, как выглядит линейное неоднородное разностное уравнение первого порядка	ПК-7.3.1
4	Напишите формулу для решения линейного однородного разностного уравнения первого порядка	ПК-7.3.1
5	Напишите формулу для решения линейного неоднородного разностного уравнения первого порядка	ПК-7.3.1
6	Укажите структуру решений линейных однородных разностных уравнений	ПК-7.3.1
7	Дайте определение конечной разности.	ПК-7.3.1
8	Укажите структуру решений линейных неоднородных разностных уравнений	ПК-7.3.1
9	Напишите формулу метода вариации произвольных постоянных для линейного разностного уравнения второго порядка	ПК-7.3.1
10	Укажите вид частного решения линейного разностного уравнения с постоянными коэффициентами и с правой частью в виде многочлена.	ПК-7.3.1
11	Укажите вид частного решения линейного разностного уравнения с постоянными коэффициентами и с правой частью в виде произведения многочлена и показательной функции	ПК-7.3.1
12	Дайте определение преобразования Лорана	ПК-7.3.1
13	Напишите формулу преобразования Лорана от показательной функции	ПК-7.3.1
14	Напишите формулу преобразования Лорана от степенной функции	ПК-7.3.1
15	Дайте определение свертки последовательностей	ПК-7.3.1
16	Напишите формулу преобразования Лорана от свертки последовательностей	ПК-7.3.1
17	Приведите пример линейного однородного разностного уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами, характеристическое уравнение которого имеет разные действительные корни	ПК-7.У.1
18	Приведите пример линейного однородного разностного уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами, характеристическое уравнение которого имеет кратные действительные корни	ПК-7.У.1
19	Приведите пример линейного однородного разностного уравнения второго порядка с постоянными	ПК-7.У.1

	коэффициентами, характеристическое уравнение которого имеет комплексные корни	
20	Приведите пример линейного неоднородного разностного уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами	ПК-7.У.1
21	Как изменится решение линейного однородного уравнения, если его преобразовать в неоднородное?	ПК-7.У.1
22	Приведите пример системы линейных однородных разностных уравнений	ПК-7.У.1
23	Приведите пример системы линейных неоднородных разностных уравнений	ПК-7.У.1
24	Что произойдет с преобразованием Лорана, если последовательность умножить на постоянный множитель	ПК-7.У.1
25	Что произойдет с преобразованием Лорана, если последовательность умножить на показательную функцию	ПК-7.У.1
26	Что произойдет с преобразованием Лорана, если последовательность умножить на степенную функцию	ПК-7.У.1
27	Как связаны преобразование Лорана суммы последовательностей с преобразованиями Лорана слагаемых	ПК-7.У.1
28	Что произойдет с последовательностью, если продифференцировать ее преобразование Лорана	ПК-7.У.1
29	Что произойдет с преобразованием Лорана при смещении индекса последовательности	ПК-7.У.1
30	Приведите пример функции, которая является преобразованием Лорана некоторой последовательности	ПК-7.У.1
31	Найдите уравнение, которому удовлетворяет последовательность $x_n = c_1 \cdot (n - 4) + c_2 \cdot 4^n$	ПК-7.В.1
32	Найдите решение уравнения $x_{n+1} = 3x_n - 6n + 1$	ПК-7.В.1
33	Найдите решение уравнения $(n + 5)x_{n+1} - (n + 6)x_n = 19, \quad x_0 = 1$	ПК-7.В.1
34	Найдите решение уравнения $(5n + 14)x_{n+2} - (35n + 103)x_{n+1} + (30n + 114)x_n = 0,$ если известно его частное решение $x_n = 1$	ПК-7.В.1
35	Найдите решение уравнения $(n + 7)x_{n+2} - 2(n + 6)x_{n+1} + (n + 5)x_n = 0,$ удовлетворяющее условию $x_0 = -19, \quad x_1 = -16,$ если известно его частное решение $x_n = 1$	ПК-7.В.1
36	Найдите частное решение уравнения $x_{n+2} + 3x_{n+1} - 4x_n = 0, \quad x_0 = -3, \quad x_1 = 2.$	ПК-7.В.1
37	Найдите частное решение уравнения $x_{n+2} + 4x_{n+1} + 4x_n = 0, \quad x_0 = 2, \quad x_1 = -2.$	ПК-7.В.1
38	Найдите частное решение уравнения $x_{n+2} - 5x_{n+1} - 6x_n = -10, \quad x_0 = 2, \quad x_1 = -7.$	ПК-7.В.1
39	Найдите частное решение уравнения $x_{n+2} + x_{n+1} - 6x_n = 42 \cdot (-5)^n, \quad x_0 = 3, \quad x_1 = 10.$	ПК-7.В.1
40	Найдите общее решение системы уравнений	ПК-7.В.1

	$x_{n+1} = 4x_n + 5y_n, \quad y_{n+1} = 5x_n + 4y_n.$	
41	Найдите решение системы уравнений $\begin{cases} x_{n+1} = 5x_n + y_n, \\ y_{n+1} = 9x_n + 5y_n, \end{cases} \quad x_0 = 1, \quad y_0 = -3.$	ПК-7.В.1
42	Найдите $z$ -преобразование последовательности $x_n = 3a^n - 4b^n$ , где $a = -3, \quad b = -6$ . Результат привести к одному знаменателю и упростить.	ПК-7.В.1
43	Найдите $z$ -преобразование последовательности $x_n = -2 + 3a^n - 4b^n$ , где $a = -6, \quad b = 5$ . Результат привести к одному знаменателю и упростить.	ПК-7.В.1
44	Найдите $z$ -преобразование последовательности $x_n = -3a^n + 5n - 2$ , где $a = 5$ . Результат привести к одному знаменателю и упростить.	ПК-7.В.1
45	Найдите $z$ -преобразование последовательности $x_n = (-2n + 3) \cdot a^n + 2b^n$ , где $a = 4, \quad b = -5$ . Результат привести к одному знаменателю и упростить.	ПК-7.В.1
46	Найдите последовательность, $z$ -преобразование которой имеет вид $X(z) = \frac{-9z^3 + 75z^2 - 146z}{z^3 - 12z^2 + 41z - 30}$ .	ПК-7.В.1
47	Найдите последовательность, $z$ -преобразование которой имеет вид $X(z) = \frac{z^3 + 24z^2 + 80z}{(z + 5)^2(z + 2)}$ .	ПК-7.В.1
48	С помощью преобразования Лорана найдите решение уравнения $x_{n+2} + 3x_{n+1} - 4x_n = 0, \quad x_0 = 1, \quad x_1 = 6$ .	ПК-7.В.1
49	С помощью преобразования Лорана найдите решение системы уравнений $\begin{cases} x_{n+1} = 9x_n - 6y_n, \\ y_{n+1} = 12x_n - 9y_n, \end{cases}$ удовлетворяющее условию $x_0 = 2, \quad y_0 = 8$ .	ПК-7.В.1
50	С помощью преобразования Лорана решите уравнение $(n + 3)x_{n+1} - (n + 4)x_n = 9, \quad x_0 = 3$ .	ПК-7.В.1
51	С помощью преобразования Лорана найдите решение уравнения $(4n + 11)x_{n+2} - (24n + 70)x_{n+1} + (20n + 75)x_n = 0$ , удовлетворяющее условию $x_0 = -10, \quad x_1 = -6$ .	ПК-7.В.1
52	Найдите зависимость $x_n$ от $u_k$ из уравнения $x_{n+2} + 2x_{n+1} - 15x_n = u_{n+1} - 3u_n$ , если $x_0 = 0, \quad x_1 = -23, \quad u_0 = 1$ .	ПК-7.В.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
-------	--

Учебным планом не предусмотрено
---------------------------------

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

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

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

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

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

##### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

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

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

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

После решения преподавателем типового задания студенты решают свои персональные задания, периодически при необходимости обращаясь к преподавателю

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется посредством выполнения студентами вариантов домашних заданий, размещаемых в их личных кабинетах в автоматизированной информационной систем ГУАП.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».



Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

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