

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

элективной дисциплины, части формируемой участниками образовательных  
отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Основы нелинейной динамики»**

Направление подготовки магистров – 27.04.04 Управление в технических  
системах

Направленность (профиль) – Управление и информатика в технических  
системах

Типы задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский,  
проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2021

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры АТП

П.К. Кузин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой АТП

Б.И. Марголис

Согласовано:

Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «Основы нелинейной динамики» является подготовка студентов к профессиональной деятельности в области исследования, расчета, анализа и моделирования нелинейных динамических систем.

**Задачами** дисциплины являются:

- приобретение теоретических знаний по методам построения моделей нелинейных динамических систем;
- приобретение теоретических знаний по методам исследования нелинейных динамических систем;
- овладение методами компьютерного моделирования нелинейных динамических систем.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективным дисциплинам Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Теория автоматического управления», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Моделирование систем управления».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

**ПК-1.** Способен разрабатывать варианты структурных схем системы управления технологическим процессом и осуществлять выбор оптимальной структурной схемы.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИПК-1.2.** Применяет основные принципы и методы оптимального, нечеткого, нейросетевого, робастного и адаптивного управления при разработке и проектирования систем и средств управления.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

З1. Методы анализа нелинейных систем управления.

З2. Методы исследования нелинейных систем на автоколебания.

**Уметь:**

У1. Получать и анализировать фазовые портреты нелинейных систем.

У2. Осуществлять построение моделей нелинейных систем управления в Matlab и Simulink.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Разрабатывать математические модели нелинейных систем с релейными элементами.

ПП2. Производить исследования нелинейных систем с релейными элементами на автоколебания.

### 3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных и практических занятий, самостоятельная работа под руководством преподавателя.

#### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		<b>26</b>
В том числе:		
Лекции		13
Практические занятия (ПЗ)		13
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		<b>82=46+36 (экз.)</b>
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к практическим занятиям		20 26
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз.)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		<b>13</b>
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		13
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№ п/п	Наименование модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Самостоят. работа
1	Особенности нелинейных динамических систем управления, нелинейные статические характеристики	20	2	2	10+6 (экз.)
2	Метод фазовой плоскости	26	4	4	10+8 (экз.)
3	Метод гармонической линеаризации	30	4	4	12+10 (экз.)
4	Автоколебания в нелинейных динамических системах управления	32	3	3	14+12 (экз.)
Всего на дисциплину		<b>108</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>46+36 (экз.)</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

### Модуль 1 «Особенности нелинейных динамических систем управления»

Основные отличия свойств нелинейных систем от свойств линейных систем управления. Релейные статические характеристики. Кусочно-линейные статические характеристики. Определение устойчивости и асимптотической устойчивости систем управления по Ляпунову.

### Модуль 2 «Метод фазовой плоскости»

Понятие фазовой плоскости. Изображение процессов на фазовой плоскости. Построение фазовых портретов нелинейных динамических систем. Особые точки и особые линии фазовых портретов. Дифференциальные уравнения систем с одним релейным элементом в пространстве состояний.

### Модуль 3 «Метод гармонической линеаризации»

Гармоническая линеаризация нелинейных динамических звеньев. Гипотеза фильтра. Передаточная функция нелинейного звена. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации нелинейных звеньев.

### Модуль 4 «Автоколебания в нелинейных динамических системах управления»

Условие возникновения периодического процесса в нелинейной динамической системе управления. Возникновение автоколебаний в системе с нелинейным звеном с однозначной характеристикой. Возникновение автоколебаний в системе с нелинейным звеном с неоднозначной характеристикой. Метод Гольдфарба исследования автоколебаний.

## 5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

## 5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудо- емкость в часах
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> приобретение навыков моделирования нелинейных элементов в Octave	Моделирование нелинейных статических характеристик в Octave	2
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> овладение методами построения фазовых портретов нелинейных динамических систем	Построение фазового портрета нелинейной системы. Фазовые портреты нелинейных систем с релейным элементом	4
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> приобретение практических навыков вычисления коэффициентов гармонической линеаризации нелинейных звеньев	Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации. Гармоническая линеаризация системы с одним нелинейным элементом	4
<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> приобретение практических навыков анализа автоколебаний в нелинейных системах	Исследование автоколебаний в нелинейных системах	3

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, способности применять современные методы разработки алгоритмического обеспечения систем управления, готовности к применению основных методов анализа нелинейных систем управления при разработке и проектировании средств управления объектами.

### **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, текущему контролю успеваемости и экзамену.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Анищенко, В.С. Знакомство с нелинейной динамикой: лекции / В.С. Анищенко; Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского. - 3-е изд.; доп. и перераб. - М.: УРСС, 2008. - Внешний сервер. - Текст: электронный. - URL: [http://window.edu.ru/window/catalog?p\\_mode=1&p\\_rid=52926&p\\_rubr=2.2.74.12](http://window.edu.ru/window/catalog?p_mode=1&p_rid=52926&p_rubr=2.2.74.12) . - (ID=81242-0)

2. Методы классической и современной теории автоматического управления : учебник для вузов по машиностроит. и приборостроит. спец.: в 5 т. Т.5: Методы современной теории автоматического управления / К.А. Пупков [и др.]; под ред.: К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2004. - 782 с.: ил. - (Методы теории автоматического управления / под общ. ред. К.А. Пупкова). - Библиогр.: с. 763 - 774. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7038-2193-2 (Т. 2): 313 р. 50 к. - (ID=22351-3)

3. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник для вузов по машиностроит. и приборостроит. спец.: в 5 т. Т. 4: Теория оптимизации систем автоматического управления / К.А. Пупков [и др.]; под ред.: К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2004. - 741 с. - (Методы теории автоматического управления / под общ. ред. К.А. Пупкова). - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7038-2192-4 (Т. 4): 351 р. 50 к. - (ID=22067-3)

4. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник для вузов по машиностроит. и приборостроит. спец.: в 5 т. Т. 3: Синтез регуляторов систем автоматического управления / К.А. Пупков [и др.]; под ред.: К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2004. - 614 с.: ил. - (Методы теории автоматического управления). - Библиогр.: с. 599 - 607. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7038-2191-6 (Т. 3): 351 р. 50 к. - (ID=21069-2)

5. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник для вузов по машиностроит. и приборостроит. спец.: в 5 т. Т. 2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / К.А. Пупков [и др.]; под ред.: К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2004.-638 с.: ил. - Библиогр.: с. 624 - 631. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7038-2190-8 (Т. 2): 350 р. - (ID=20708-2)

6. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник для вузов по машиностроит. приборостроит. спец.: в 5 т.: в составе учебно-методического комплекса. Т. 1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / К.А. Пупков [и др.]; под ред.: К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. - 2-е изд.; перераб. и доп. - Москва: Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2004. - 654 с.: ил. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 641 - 647. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7038-2189-4 (Т. 1): 353 р. - (ID=20707-2)

7. Делов, В.А. Методы исследования нелинейных цифровых систем управления: монография / В.А. Делов. - Тверь: ТвГТУ, 2000. - 165 с.: ил. - Библиогр.: с. 162 - 163. - ISBN 5-230-19399-9: 175 р. - (ID=9527-4)

8. Термодинамика необратимых процессов и нелинейная динамика: учебное пособие для вузов / Э.М. Кольцова [и др.]. - 2-е изд. - Москва: Юрайт, 2022.- (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-06923-5. - URL: <https://urait.ru/book/termodynamika-neobratimyh-processov-i-nelineynaya-dinamika-493799> . - (ID=135208-0)

9. Морозов, А.Д. Введение в математические методы нелинейной динамики: учебно-методическое пособие / А.Д. Морозов; Морозов А.Д. - Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://e.lanbook.com/book/153177>. - (ID=150187-0)

10. Вольмир, А. С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек: учебное пособие для вузов / А. С. Вольмир. – 2-е изд., стер. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 439 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-06872-6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/493080> (дата обращения: 05.10.2022). . - (ID=150645-0)

## **7.2. Дополнительная литература по дисциплине**

1. Нелинейная динамика и управление: [сборник статей]. Вып. 7 / под ред.: С.В. Емельянова, С.К. Коровина; РАН, Ин-т системного анализа, Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Фак. ВМиК. - М. : Физматлит, 2010. - 398 с. : ил., граф.-Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9221-1242-0: 560 р. - (ID=88607-2)

2. Нелинейная динамика и управление. Вып. 6 / РАН, Ин-т совр. анализа; под ред.: С.В. Емельянова, С.К. Коровина; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - М. : Физматлит, 2008. - 338 с. - Библиогр. в кон. ст. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-9221-1089-1: 110 р. - (ID=80754-2)

3. Емельянов, С.В. Нелинейная динамика и управление : [сборник статей] . Вып. 5 / С.В. Емельянов, С.К. Коровин, И.С. Медведев; под ред.: С.В. Емелья-

нова, С.К. Коровина ; Ин-т системного анализа; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - М.: Физматлит, 2007. - 396 с. - Библиогр. в конце ст. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-9221-0817-1: 100 p. - (ID=68077-2)

4. Нелинейная динамика и управление: [сборник статей]. Вып. 4 / С.В. Емельянов [и др.]; под ред.: С.В. Емельянова, С.К. Коровина; Ин-т системного анализа; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - Москва: Физматлит, 2004. - 399 с. - Библиогр. в конце ст. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-9221-0557-4: 221 p. - (ID=56964-2)

5. Нелинейная динамика и управление: [сборник статей]. Вып. 8 / под ред.: С.В. Емельянова, С.К. Коровина ; РАН, Ин-т системного анализа, Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - М.: Физматлит, 2013. - 335 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-9221-1564-3: 620 p. - (ID=109960-2)

6. Ширяев, В.И. Финансовые рынки. Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика: учеб. пособие для вузов по напр. "Прикл. математика" и спец. "Прикл. математика" и "Мат. методы в экономике" / В.И. Ширяев. - 4-е изд. - М.: Красанд, 2011. - 222 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-397-00355-1: 260 p. - (ID=89709-6)

7. Методы качественной теории в нелинейной динамике = Methods of qualitative theory in nonlinear dynamics: пер. с англ. Ч. 1 / Л.П. Шильников [и др.]. - Москва; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2004. - 415 с.: ил. - (Современная математика / ред. совет: А.В. Болсинов [и др.]). - Библиогр.: с. 407-411. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-93972-305-5: 270 p. - (ID=56940-2)

### **7.3. Методические материалы**

1. Учебно-методический комплекс дисциплины "Основы нелинейной динамики" направления подготовки 27.04.04 Управление в технических системах. Профиль: Управление и информатика в технических системах: ФГОС 3+ / Каф. Автоматизация технологических процессов ; сост. П.К. Кузин. - 2022. - (УМК). - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/116823> . - (ID=116823-1)

2. Фонд оценочных средств дисциплины "Основы нелинейной динамики" направления подготовки 27.04.04 Управление в технических системах. Профиль: Управление и информатика в технических системах : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Автоматизация технологических процессов ; сост. П.К. Кузин. - 2017. - (УМК-В). - Текст: электронный. - Режим доступа: с разрешения преподавателя. - (ID=132192-0)

### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

Пакет прикладных программ GNU Octave. Octave - это свободное программное обеспечение, лицензированное по лицензии GNU General Public License (GPL).



## **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/116823>

## **8. Материально-техническое обеспечение**

При изучении дисциплины «Основы нелинейной динамики» используется демонстрация справочного и методического материала с помощью проектора.

Практические занятия проводятся в компьютерных классах университета.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 12. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 90 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием ЭВМ.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Нелинейные автоматические системы, их основные особенности.
2. Нелинейные статические характеристики.
3. Определение устойчивости и асимптотической устойчивости нелинейных систем по Ляпунову.
4. Получение дифференциальных уравнений нелинейных систем с одним нелинейным элементом в пространстве состояний.
5. Фазовая траектория. Фазовый портрет системы на фазовой плоскости, методика его построения.
6. Определение типа особых точек по корням характеристического уравнения линеаризованной системы.
7. Особые точки и особые линии фазового портрета нелинейной системы.
8. Метод гармонической линеаризации. Гипотеза фильтра.
9. Метод гармонической линеаризации. Передаточная функция нелинейного элемента, полученная в результате гармонической линеаризации.
10. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации нелинейных звеньев.
11. Основное условие возникновения периодических процессов в нелинейных АС.
12. Исследование автоколебаний графическим методом Гольдфарба.
13. Осциллятор и осцилляции
14. Бифуркации: основные понятия и классификация.
15. Элементы теории бифуркаций.
16. Простейшие бифуркации.
17. Предельные циклы.
18. Устойчивость предельных циклов.
19. Бифуркации устойчивых предельных циклов.
20. Хаос статистический и динамический.
21. Предсказание статического поведения системы.
22. Сценарии перехода к хаосу.
23. Примеры систем с хаосом.

При подготовке ответов на вопросы экзамена допускается использование справочных материалов.

При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

### **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

### **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрена.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые должны быть опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ и всех видов самостоятельной работы.

## **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров – 27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль)-Управление и информатика в технических системах

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Дисциплина «Основы нелинейной динамики»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Определение типа особых точек по корням характеристического уравнения линеаризованной системы.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

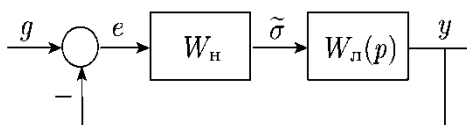
Построить фазовый портрет нелинейной системы, описываемой уравнениями

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = -4x_1 \\ x_2(1) = 0 \end{cases}$$

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Исследовать систему с одним нелинейным звеном на наличие автоколебаний графическим методом Гольдфарба.

Структурная схема АС:



Нелинейное звено – идеальное реле.

Передаточная функция линейной части  $W_n(p) = \frac{p}{Tp+1}$ .

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 3.

Составитель: доцент кафедры АТП \_\_\_\_\_ П.К. Кузин

Заведующий кафедрой: \_\_\_\_\_ Б.И. Марголис