



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

Учебно-научный технологический институт

*(наименование факультета/института)*

Автоматизированные технологические системы

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

по учебной работе и цифровизации

\_\_\_\_\_ В.А. Шкаберин

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

учебной дисциплины

**Нелинейные системы автоматического управления**

*(наименование дисциплины)*

**09.06.01 Информатика и вычислительная техника**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами в промышленности)**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

*(уровень образования)*

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

**Заочная**

*(форма обучения)*

**2021**

*(год набора)*

Брянск 2022

**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**Нелинейные системы автоматического управления**

*(наименование дисциплины)*

**09.06.01 Информатика и вычислительная техника**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами в промышленности)**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

Разработал:

**Директор УНТИ, д.т.н., доцент**

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

**Д.И. Петрешин**

*(И.О. Фамилия)*

**Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры**

**Автоматизированные технологические системы**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**«15» февраля 2022 г., протокол № 7**

**Заведующий кафедрой**

**к.т.н., доцент**

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

**В.А. Хандожко**

*(И.О. Фамилия)*

© Петрешин Д.И., 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Дисциплина «Нелинейные системы автоматического управления» направлена на расширение профессионального научного кругозора обучающихся, в том числе частично на подготовку к сдаче государственного экзамена по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации) направленность программы «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)».

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Целью освоения дисциплины «Нелинейные системы автоматического управления» является формирование у обучающихся системы знаний, навыков и понятий о нелинейных системах автоматического управления, методах их анализа, обеспечения устойчивости и управлении ими.

### **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП АСПИРАНТУРЫ**

Дисциплина «Нелинейные системы автоматического управления» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ОПОП направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации) направленность программы «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)».

Система знаний, навыков и понятий, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Нелинейные системы автоматического управления», используется обучающимися при:

- прохождении практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская практика);
- представлении научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации);
- научно-исследовательской деятельности;
- подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук;
- подготовке к сдаче и сдача государственного экзамена.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Нелинейные системы автоматического управления» направлен на формирование следующих компетенций (коды компетенций по ФГОС ВО): ПК-1, ПК-2, ПК-3 в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации). В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результат освоения
ПК-1	способностью применять системный подход и математические методы в формализации прикладных задач управления	<b>ПК-1. Р1 знать:</b> системный подход и математические методы в формализации прикладных задач управления; <b>ПК-1. Р2 уметь:</b> формализовать прикладные задачи управления; <b>ПК-1. Р3 владеть:</b> системным подходом при анализе прикладных задач управления;
ПК-2	способностью разрабатывать математические и физические модели технологических процессов и производственных объектов, выбирать и применять математические методы и программные средства их реализации	<b>ПК-2.Р1 знать:</b> процессы, протекающие при реализации технологического процесса и функционировании производственных объектов; <b>ПК-2.Р2 уметь:</b> выявлять входные факторы, определяющие качество выпускаемой продукции, функционирования системы автоматизации и управления, и выходные параметры технологического процесса (производственных объектов) и определять связь между ними; выбирать и применять математические методы и программные средства реализации математических и физических моделей; <b>ПК-2.Р3 владеть:</b> навыками разработки математических и физических моделей технологических процессов и производственных объектов;
ПК-3	способностью разрабатывать техническое, алгоритмическое и программное обеспечение систем автоматизации и управления на основе современных методов, средств и технологий проектирования	<b>ПК-3.Р1 знать:</b> методы и методики разработки алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления; <b>ПК-3.Р2 уметь:</b> составлять и реализовывать алгоритм вычислительного эксперимента; <b>ПК-3.Р3 владеть:</b> техническими и программными средствами моделирования САУ.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часа).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР) (без учета подготовки к экзамену)</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
В том числе:		
Курсовой проект	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Подготовка к занятиям	51	51
Вид промежуточной аттестации:		
- экзамен	<b>45</b>	45
Общая трудоемкость: часов;	<b>108</b>	<b>108</b>
зачетных единиц	<b>3</b>	<b>3</b>

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1.	Нелинейные САУ	Понятие о нелинейной системе автоматического управления (САУ). Виды нелинейных элементов. Понятие об автоколебаниях в нелинейных системах. Задачи анализа нелинейных систем. Виды типовых нелинейных элементов. Статические нелинейные элементы. Динамические нелинейные элементы.
2.	Фазовое пространство нелинейной САУ	Метод фазовых траекторий. Фазовое пространство нелинейной САУ. Фазовый портрет системы. Свойства фазовых траекторий. Метод гармонической линеаризации. Определение коэффициентов гармонической линеаризации.
3.	Устойчивость нелинейных САУ	Критерий Михайлова для нелинейных систем. Критерий Найквиста для нелинейных систем. Абсолютная устойчивость нелинейной САУ. Линейная коррекция нелинейных систем. Нелинейные корректирующие устройства. Псевдолинейные корректирующие устройства. Методы устранения негативного влияния нелинейных элементов.
4.	Законы управления нелинейных САУ	Виды нелинейных законов управления. Функциональные нелинейные законы управления. Логические нелинейные законы управления. Оптимизирующие нелинейные законы управления. Нелинейный закон наведения.

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий (в часах)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СР	ЭКЗ	Всего часов
1.	Нелинейные САУ	-	-	-	14	12	26
2.	Фазовое пространство нелинейной САУ	2	2	-	13	11	28
3.	Устойчивость нелинейных САУ	2	2	-	12	11	27
4.	Законы управления нелинейных САУ	2	2	-	12	11	27
<b>Всего часов</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>51</b>	<b>45</b>	<b>108</b>

## 6. ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

### 6.1. Лекции

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1.	2	Фазовое пространство нелинейной САУ	2
2.	3	Устойчивость нелинейных САУ	2
3.	4	Законы управления нелинейных САУ	2
<b>ИТОГО (часов)</b>			<b>6</b>

### 6.2. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	2	Анализ фазового пространство нелинейной САУ	2
2.	3	Определение устойчивости нелинейных САУ	2
3.	4	Законы управления нелинейных САУ	2
<b>ИТОГО (часов)</b>			<b>6</b>

### 6.3. Лабораторные работы

Учебным планом направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации) направленность программы «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)» лабораторные работы не предусмотрены.

## 6.4. Образовательные технологии

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:

<b>Лекции:</b> проводятся в форме мастер-класса преподавателя для соответствующей группы обучающихся; используются опорные конспекты, презентационный материал, доводимый до аудитории с помощью мультимедийного оборудования
<b>Практические занятия:</b> проводятся в форме проблемного обучения, которое предполагает создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности обучающихся по их разрешению, в результате чего происходит овладение знаниями, умениями, навыками; обсуждение результатов практических занятий
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> при проведении самостоятельной работы обучающиеся имеют доступ в лабораторию вычислительной техники кафедры «АТС» с выходом в сеть «Интернет», а также к электронно-библиотечным системам
<b>Консультации:</b> проводятся в форме дискуссии «учебная группа – преподаватель»
<b>Текущий контроль:</b> оценивание качества знаний на основе письменного опроса
<b>Промежуточный контроль (экзамен):</b> оценивание качества знаний на основе устного ответа на экзаменационные вопросы

## 7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

На самостоятельную работу обучающегося отводится 51 час. Самостоятельная работа включает в себя подготовку к занятиям (лекционным и практическим) в объеме 51 час. Подготовка к практическим занятиям заключается в повторе лекционного материала по темам практических занятий. Подготовка к промежуточной аттестации заключается в повторе лекционного материала за весь курс дисциплины «Нелинейные системы автоматического управления» (сдача экзамена) (45 часов).

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1.	1-4	Работа с основной, дополнительной и справочной литературой
2.	2-4	Подготовка к практическим занятиям. Работа с основной, дополнительной и справочной литературой. Повторение лекций
3.	1-4	Самостоятельное изучение теоретического материала. Работа с основной, дополнительной и справочной литературой. Работа с ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
4.	1-4	Подготовка к экзамену

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Рабочая программа учебной дисциплины «Нелинейные системы автоматического управления» для направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации) направленность программы «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)». [Электронный ресурс каф. АТС].

### 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### *а) основная литература:*

1. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 440 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59483>. — Загл. с экрана.

2. Жмудь В.А. Моделирование, исследование и оптимизация замкнутых систем автоматического управления [Электронный ресурс] : монография / В.А. Жмудь. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 336 с. — 978-5-7782-2162-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45404.html>

3. Панкратов В.В. Избранные разделы теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Панкратов, О.В. Нос, Е.А. Зима. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 222 с. — 978-5-7782-1810-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45371.html>

4. Черноусько, Ф.Л. Методы управления нелинейными механическими системами [Электронный ресурс] : монография / Ф.Л. Черноусько, И.М. Ананьевский, С.А. Решмин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 328 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59419>. — Загл. с экрана.

#### *б) дополнительная литература:*

1. Портал ежемесячного научно-технического журнала «Автоматизация в промышленности», ООО Издательский дом «ИнфоАвтоматизация» - <http://avtprom.ru>

2. Портал ежемесячного научно-технического и производственного журнала «Мехатроника, автоматизация, управление» - <http://novtex.ru/mech/index1.htm>

3. Портал журнала «Современные технологии автоматизации», издательства «СТА-ПРЕСС» - <https://www.cta.ru>

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Сайт библиотеки ФГБОУ ВО «БГТУ» - [lib.tu-bryansk.ru](http://lib.tu-bryansk.ru).
2. Электронная библиотечная система ФГБОУ ВО «БГТУ» - [mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2](http://mark.lib.tu-bryansk.ru/marcweb2).
3. Официальный сайт Электронной библиотеки диссертаций Российской государственной библиотеки - <http://diss.rsl.ru>.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения лекционных занятий используется лекционная, поточная аудитория оснащенная доской, средствами письма, проекционным экраном и электрической розеткой для подключения проектора и компьютера.

Практические занятия проводятся в специализированной аудитории оснащенной современной компьютерной техникой.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Методические рекомендации для преподавателей**

Лекции являются одним из основных методов изучения дисциплины и должны решать следующие задачи:

- доступное изложение наиболее важного материала программы дисциплины, освещающего основные моменты;
- развитие у обучающихся понятийного теоретического мышления;
- создание заинтересованности обучающихся тематикой данной дисциплины;
- формирование у обучающихся потребности к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания обучающихся структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать название каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу. При чтении лекций целесообразно использовать опорные конспекты (систему слайдов с наглядными изображениями и тезисами лекций). Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой. Желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему и представляла собой логически законченное изложение. Лучше сократить тему и не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта. В случае, если материал невозможно изложить в рамках одной лекции, то на следующей лекции в начале следует сделать краткий обзор материала предыдущей лекции с целью установления логической связи между лекциями.

При проведении практических занятий решаются следующие задачи:

- расширение и углубление знаний, приобретенных обучающимися на лекциях;
- выработка навыков групповой работы с применением кейсового метода обсуждения конкретных практических ситуаций;
- контроль знаний обучающихся при выполнении тестовых заданий по дисциплине.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если обучающийся предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать обучающихся о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

## **10.2. Методические рекомендации для обучающихся**

Приступая к изучению новой дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с рабочей программой дисциплины, учебной и методической литературой, материально-технической базой кафедры «Автоматизированные технологические системы», встретиться с преподавателем, ведущим дисциплину «Нелинейные системы автоматического управления», получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками.

Подготовку обучающихся по дисциплине «Нелинейные системы автоматического управления» можно разбить на несколько этапов:

- работа с конспектом лекций;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к экзамену.

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося путем планомерной, повседневной работы. Для этого обучающийся просматривает конспект лекции, отмечает материал, который вызывает затруднения для понимания. После чего пытается найти ответы в рекомендуемой литературе. В случае непонимания материала следует сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания. В этом случае рекомендуется просматривать несколько учебников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал и проверять свои знания, отвечая на контрольные вопросы в рекомендуемых учебных пособиях. Изучение вопросов, предложенных для самостоятельной проработки, следует начинать сразу после окончания рассмотрения на лекциях раздела, к которому они относятся. Обучение ведется с использованием рекомендованной преподавателем литературы. В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной

литературой, но и самостоятельно найденными источниками (в том числе в сети Интернет).

В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу и ознакомиться с дополнительной. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе практического занятия внимательно слушать преподавателя и в установленные временные сроки выполнять задания практического занятия. После подведения итогов занятия, устранить недостатки, исправить ошибки и при необходимости самостоятельно закончить работы, отмеченные преподавателем.

При подготовке к экзамену повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных обучающимся по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

### **10.3. Методические рекомендации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья могут применяться следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;
  - задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);
- для глухих и слабослышащих:
  - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию обучающихся могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

## 11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В фонде оценочных средств (ФОС) сформулированы требования к показателям освоения дисциплины в формате знаний, умений, владений навыками.

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов учебных занятий. Изучение каждого раздела предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

### 11.1. Этапы формирования компетенций

Каждый из показателей освоения компетенции находит отражение в разделах изучаемой дисциплины согласно приведенной ниже таблице.

Этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций (разделы экзамена)	Показатель освоения (коды)								
	ПК-1			ПК-2			ПК-3		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Нелинейные САУ	+	+	+						
Фазовое пространство нелинейной САУ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Устойчивость нелинейных САУ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Законы управления нелинейных САУ	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Показатели оценивания проверяются с помощью запланированных форм контроля: текущий контроль и промежуточная аттестация.

### 11.2. Индексированные показатели и критерии оценивания результатов

Проверочные задания к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в п.11.3 и п.11.4 соответственно.

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	
			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
ПК-1	способностью применять системный подход и математические методы в формализации прикладных задач управления	ПК-1. P1 знать: системный подход и математические методы в формализации прикладных задач управления;	вопросы письменного опроса	вопросы к экзамену
		ПК-1. P2 уметь: формализовать прикладные задачи управления;	практические занятия	

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	
			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
		<b>ПК-1. РЗ владеть:</b> системным подходом при анализе прикладных задач управления;	практические занятия	
ПК-2	способностью разрабатывать математические и физические модели технологических процессов и производственных объектов, выбирать и применять математические методы и программные средства их реализации	<b>ПК-2.Р1 знать:</b> процессы, протекающие при реализации технологического процесса и функционировании производственных объектов;	вопросы письменного опроса	вопросы к экзамену
		<b>ПК-2.Р2 уметь:</b> выявлять входные факторы, определяющие качество выпускаемой продукции, функционирования системы автоматизации и управления, и выходные параметры технологического процесса (производственных объектов) и определять связь между ними; выбирать и применять математические методы и программные средства реализации математических и физических моделей;	практические занятия	
		<b>ПК-2.Р3 владеть:</b> навыками разработки математических моделей САУ;	вопросы письменного опроса	вопросы к экзамену
ПК-3	способностью разрабатывать техническое, алгоритмическое и программное обеспечение систем автоматизации и управления на основе современных методов, средств и технологий проектирования	<b>ПК-3.Р1 знать:</b> методы и методики разработки алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления;	вопросы письменного опроса	вопросы к экзамену
		<b>ПК-3.Р2 уметь:</b> составлять и реализовывать алгоритм вычислительного эксперимента;	практические занятия	
		<b>ПК-3.Р3 владеть:</b> техническими и программными средствами моделирования САУ.	практические занятия	

### 11.3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль – проверка полноты выполнения индивидуальных заданий на каждом практическом занятии, проверка того на сколько уверенно обучающийся демонстрирует навыки работы с изучаемым материалом, рассматриваемыми методами расчета в рамках конкретного занятия, проверка знаний, получаемых обучающимися (опрос 1).

К оценочным средствам текущего контроля относятся отчеты по практическим занятиям, дополнительные вопросы по практическим занятиям, возникающие при контактном общении обучающегося и преподавателя, и вопросы письменного опроса.

### *опрос №1*

1. В чем отличие нелинейной САУ от линейной САУ?
2. Что делает САУ нелинейной?
3. Приведите структурную схему нелинейной САУ.
4. Чем характеризуются автоколебания?
5. Что является причиной автоколебаний?
6. Какие задачи решают при анализе нелинейных систем?
7. Приведите примеры типовых нелинейных элементов?
8. Что такое статический нелинейный элемент?
9. Какими характеристиками обладает статический нелинейный элемент?
10. Что такое динамический нелинейный элемент?
11. Какими характеристиками обладает динамический нелинейный элемент?
12. Что такое фазовая траектория и что она характеризует?
13. Что такое фазовое пространство?
14. Что такое изображающая точка?
15. Объясните, что характеризует фазовый портрет системы?
16. Какие свойства фазовых траекторий?
17. Суть метода гармонической линеаризации?
18. На что влияют коэффициенты гармонической линеаризации?

На основе вопросов формируются варианты заданий, включающие вопросы из разных тем. Количество вопросов в одном варианте 3. Пример варианта заданий:

#### Вариант № 1

1. Суть метода гармонической линеаризации?.
2. Что такое динамический нелинейный элемент?
3. Что делает САУ нелинейной?

Для оценивания уровня подготовленности обучающегося по опросу №1 может использоваться следующая шкала:

<b>Критерии (характеристика) результатов обучения</b>	<b>Оценка</b>
обучающийся ответил правильно на 3 заданных вопроса	зачтено
обучающийся ответил правильно на 2 заданных вопроса, с незначительными замечаниями	зачтено
обучающийся ответил правильно только на 1 заданный вопрос, со значительными замечаниями, или не ответил на 3 поставленных вопроса	не зачтено

Обучающиеся, получившие оценку «не зачтено», обязаны повторно пройти опрос для ликвидации не удовлетворительной оценки.

Обучающийся, выполнивший и защитивший все 100% практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Нелинейные системы автоматического управления», считается выполнившим учебный план в части практических работ и ему преподаватель обязан выставить оценку «зачтено» по практическим работам в карточку учета посещаемости.

Обучающиеся, получившие оценку «не зачтено», обязаны выполнить и защитить все 100% практических работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Нелинейные системы автоматического управления».

#### **11.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации) направленность программы «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)» по дисциплине «Нелинейные системы автоматического управления» в качестве промежуточной аттестации предусмотрен экзамен.

Согласно положению ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов уровень усвоения обучающимся учебного материала определяется:

- сдача экзамена оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

#### ***Промежуточная аттестация, проводимая в виде устного экзамена***

К оценочным средствам промежуточной аттестации относятся вопросы ко всем изученным разделам и сформированные на их основе экзаменационные билеты, по 2 вопроса в билете.

#### **Вопросы для промежуточной аттестации (экзамен)**

19. Какая система автоматического управления является нелинейной?
20. На какие два вида делят нелинейные элементы?
21. Что такое автоколебания?
22. Какие задачи решают при анализе нелинейных систем?
23. На какие виды делятся типовые нелинейные элементы?
24. Приведите примеры статических нелинейных элементов?
25. Приведите примеры динамических нелинейных элементов?
26. В чем заключается сущность метода фазовых траекторий?
27. Какое пространство называется фазовым?
28. Что такое изображающая точка?

29. Что называется фазовой траекторией?
30. Что такое фазовый портрет системы?
31. Перечислите общие свойства фазовых траекторий.
32. В чем заключается сущность метода гармонической линеаризации?
33. Что такое коэффициенты гармонической линеаризации?
34. Критерий Михайлова для нелинейных систем.
35. Критерий Найквиста для нелинейных систем.
36. Что такое абсолютная устойчивость?
37. Поясните линейную коррекцию нелинейных систем.
38. Что представляют собой нелинейные корректирующие устройства?
39. Что представляют собой псевдолинейные корректирующие устройства?
40. Какие методы применяются для устранения негативного влияния нелинейных элементов?
41. Перечислите виды нелинейных законов управления.
42. Функциональные нелинейные законы управления.
43. Логические нелинейные законы управления.
44. Оптимизирующие нелинейные законы управления.
45. Нелинейный закон наведения.

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устном ответе во время экзамена определяется с использованием следующей шкалы по следующим критериям:

Критерии (характеристика) результатов обучения	Оценка
<p>Полно раскрыты вопросы экзаменационного билета; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности; продемонстрировано системное и глубокое знание теоретического материала; точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы; допущены одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.</p>	<b>Отлично</b>
<p>Вопросы излагаются систематизированно и последовательно; продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:</p>	<b>Хорошо</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- имеется неуверенность в ответе, необходимость в дополнительных наводящих вопросах;</li> <li>- допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя;</li> <li>- допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.</li> </ul>	
Общее знание изученного материала по рассматриваемым вопросам и дополнительным вопросам; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов.	<b>Удовлетворительно</b>
Не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.	<b>Неудовлетворительно</b>

### 11.5. Определение итоговой оценки знаний и сформированности компетенций

Обучающийся, выполнивший все практические работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины и получивший во время промежуточной аттестации (экзамен) положительную оценку («отлично», «хорошо» или «удовлетворительно») считается выполнившим учебный план по дисциплине «Нелинейные системы автоматического управления». В этом случае преподаватель выставляет обучающемуся в качестве итоговой оценки, оценку, полученную им во время промежуточной аттестации (экзамен).

В отдельных случаях допускается за промежуточную аттестацию (экзамен) ставить оценку «отлично» «автоматом», если обучающийся демонстрирует на протяжении всего периода обучения по дисциплине полное понимание предмета. Выполняет в срок все индивидуальные задания и не имеет пропусков занятий.

Получаемая таким образом оценка может быть охарактеризована следующим образом.

#### *Характеристика результатов обучения*

<b>Характеристика</b>	<b>Оценка</b>
Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены	<b>Отлично</b> (максимальный уровень освоения компетенций)
Теоретическое содержание курса освоено полностью, компетенции сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями	<b>Хорошо</b> (средний уровень освоения компетенций)
Теоретическое содержание курса освоено частично, компетенции сформированы, все предусмотренные программой	<b>Удовлетворительно</b> (низкий уровень освоения)

обучения учебные задания выполнены, в них имеются ошибки	компетенций)
Теоретическое содержание курса не освоено, компетенции не сформированы, не все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, но содержат грубые ошибки	<b>Неудовлетворительно</b>

## 12. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;

- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);

- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;

- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании

учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);
- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

### **13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

В соответствии с Федеральным законом от 31.07.2020г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений,

нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т. п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, вкус к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения, и т. п.

**АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Нелинейные системы автоматического управления**  
*(наименование дисциплины)*

**09.06.01 Информатика и вычислительная техника**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами в промышленности)**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

*(уровень образования)*

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

**Заочная**

*(форма обучения)*

**2021**

*(год набора)*

**1. Цель освоения дисциплины**

Цель дисциплины: формирование у обучающихся системы знаний, навыков и понятий о нелинейных системах автоматического управления, методах их анализа, обеспечения устойчивости и управлении ими.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина входит в вариативную часть образовательной программы и реализуется на 2 курсе в 4 семестре

**3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины.**

ПК-1 – способность применять системный подход и математические методы в формализации прикладных задач управления;

ПК-2 – способность разрабатывать математические и физические модели технологических процессов и производственных объектов, выбирать и применять математические методы и программные средства их реализации;

ПК-3 – способность разрабатывать техническое, алгоритмическое и программное обеспечение систем автоматизации и управления на основе современных методов, средств и технологий проектирования;

**4. Общая трудоемкость дисциплины**

3 зачетные единицы (108 академических часа).

**5. Форма (формы) промежуточной аттестации обучающихся**

Экзамен.

**6. Основные разделы дисциплины:**

1) нелинейные САУ, 2) фазовое пространство нелинейной САУ, 3) устойчивость нелинейных САУ, 4) законы управления нелинейных САУ.

**7. Автор:**

Петрешин Д.И., д.т.н., доцент