

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

Кафедра проектирования технологических машин

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Динамика систем

Образовательная программа: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,
профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении

Курс: 2 3, семестры : 4 5

Механико-технологический факультет,

		Семестр	
№	Вид деятельности	4	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3	3
2	Всего часов	108	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61	60
4	Лекции, час.	36	36
5	Практические занятия, час.	0	0
6	Лабораторные занятия, час.	18	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12	4
8	Аттестация, час.	2	2
9	Консультации, час.	5	4
10	Самостоятельная работа, час.	47	48
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ	
12	Вид аттестации	3	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

ФГОС введен в действие приказом №200 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПТМ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, д.т.н. Нос О. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Иванцовский В. В.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Нос О. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.19 способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами; в части следующих результатов обучения:
з3. знать типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
---	---------------------------

Динамика систем

ПК.19.з3 знать типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем	
1. знать типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2. знание функционирования и цели управления	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3. знать основные методы анализа САУ во временной и частотных областях, способы синтеза САУ	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4. уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5. уметь рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6. уметь разрабатывать системы автоматического управления системами и процессами	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7. иметь представление об основных задачах программного управления	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 4			
Дидактическая единица: Классификация и математическое описание динамических систем			
1. Основные определения и классификация динамических систем. Постановка задачи управления движением	0	2	2, 6
2. Математические модели многомерных нелинейных динамических систем	0	4	3
Дидактическая единица: Обратные задачи динамики управляемых систем			
3. Базовые основы и концепция обратных задач динамики	0	4	2, 3, 7
4. Построение законов управления на основе концепции обратных задач динамики	0	4	2, 3, 4, 6
5. Алгоритмы управления приводными системами на основе обратной задачи динамики	0	2	2, 3, 4, 5, 6
Дидактическая единица: Динамические системы вращения			

6. Теоремы Эйлера и Шали. Ортогональные преобразования базиса в форме матрицы направляющих косинусов и углов Эйлера-Крылова	0	2	2, 6
7. Основные положения алгебры кватернионов. Кинематические параметры вращения Кэли-Клейна и Родрига-Гамильтона	0	4	2, 6
8. Динамическая задача ориентации объекта в трехмерном пространстве	0	2	1, 2, 6
Дидактическая единица: Управление манипуляционным роботом по заданным траекториям движения			
9. Математические модели динамического объекта и управляемых процессов движения	0	2	2, 6, 7
10. Структура кинематических алгоритмов стабилизации	0	4	2, 3, 4, 6, 7
11. Структура динамических алгоритмов стабилизации положения	0	2	2, 3, 4, 6, 7
12. Принципы управления динамическим объектом из условия осуществления предписанных траекторий движения	0	4	2, 3, 4, 6, 7
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Оптимальное управление динамическими системами			
1. Постановка задачи об оптимальном управлении, функционалы качества	0	2	2, 3, 7
2. Элементы классического вариационного исчисления. Задача о безусловном экстремуме функционала, уравнение Эйлера-Пуассона. Задача об условном экстремуме функционала, метод множителей Лагранжа	0	4	2, 3, 7
3. Элементы неклассического вариационного исчисления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина, линейная задача максимального быстродействия. Динамическое программирование, линейно-квадратичные задачи оптимального управления	0	6	2, 3, 7
4. Квазиоптимальные алгоритмы управления динамическими системами	0	2	3, 4, 6
5. Оптимальные динамические системы с управлением по ускорению	0	2	3, 4, 5, 6
Дидактическая единица: Интеллектуальное управление динамическими системами			
6. Основные определения и классификация алгоритмов интеллектуального управления	0	2	2, 6
7. Интеллектуальное управление динамическими объектами на основе нечеткой логики и экспертных систем	0	4	3, 4, 6
8. Интеллектуальное управление динамическими объектами на основе ассоциативной памяти и нейросетевых структур	0	4	3, 4, 6
Дидактическая единица: Адаптивное управление динамическими системами			
9. Базовые принципы и классификация алгоритмов адаптивного управления	0	2	2, 6
10. Самонастраивающиеся динамические системы со стабилизацией и оптимизацией показателей качества	0	4	3, 4, 6
11. Самоорганизующиеся и самообучающиеся динамические системы	0	4	3, 4, 6

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Обратные задачи динамики управляемых систем				
1. Система управления нелинейным динамическим объектом второго порядка	0	6	1, 3, 4, 6	Синтез алгоритма управления нелинейным объектом второго порядка на основе метода обратной модели
Дидактическая единица: Динамические системы вращения				
2. Конечный поворот трехмерного вектора	6	6	1, 4, 6	Изучение различных способов математического описания ортогонального преобразования типа вращения E.Clarke
Дидактическая единица: Управление манипуляционным роботом по заданным траекториям движения				
3. Программирование траекторий движения объекта на базе роботизированной платформы IE-POLBOT	6	6	1, 2, 4, 7	Изучение роботизированной платформы IE-POLBOT и составление имитационной 2D модели мобильного робота
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Оптимальное управление динамическими системами				
1. Оптимальное управление по быстродействию позиционной электромеханической системы постоянного тока	4	4	1, 3, 4, 5, 6	Синтез оптимального по быстродействию закона управления положением вала электромеханической системы на основе принципа максимума Л.С. Понтрягина
Дидактическая единица: Интеллектуальное управление динамическими системами				
2. Разработка экспертной системы	0	8	1, 2, 6	Разработка и отладка базы знаний о "выборе подачи фрезерного станка для чернового фрезерования"
Дидактическая единица: Адаптивное управление динамическими системами				
3. Самонастраивающаяся адаптивная система	0	6	1, 3, 4, 6	Исследование динамических и статических характеристик адаптивной системы с эталонной моделью

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	РГЗ	1, 3, 4, 5, 6	15	2
В течение семестра студенты выполняют расчетно-графическое задание, которое связано с анализом различных способов представления кинематических параметров при ортогональном преобразовании исходного трехмерного базиса: Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	2, 3, 4, 7	10	1

При подготовке к занятиям выполняются следующие виды учебной деятельности: - работа с конспектом лекции; - чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы); - конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); - составление плана ответа на контрольные вопросы: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042 Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214. - Загл. с экрана.				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	9	1
Углубленное изучение отдельных тем учебной программы по дисциплине Динамика систем, связанных с вопросами управления движением динамических объектов: Интеллектуальные системы и основы теории интеллектуального управления : методические указания к лабораторным работам для МТФ по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Гаврилов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176779				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	13	1
При подготовке к зачету обучающийся работает с конспектом лекций и дополняет его материалами из списка основной и дополнительной литературы, а также электронного ресурса и сети Интернет: Интеллектуальные системы и основы теории интеллектуального управления : методические указания к лабораторным работам для МТФ по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Гаврилов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176779 Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214. - Загл. с экрана.				
Семестр: 5				
1	Подготовка к занятиям	2, 3, 4, 7	15	1
При подготовке к занятиям выполняются следующие виды учебной деятельности: - работа с конспектом лекции; - чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы); - конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); - составление плана ответа на контрольные вопросы: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042 Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214. - Загл. с экрана.				
2	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	13	1
Углубленное изучение отдельных тем учебной программы по дисциплине Динамика систем, связанных с вопросами синтеза оптимальных, интеллектуальных и адаптивных алгоритмов управления объектов: Интеллектуальные системы и основы теории интеллектуального управления : методические указания к лабораторным работам для МТФ по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Гаврилов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176779				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	20	2

При подготовке к экзамену обучающийся работает с конспектом лекции, текстами источников рекомендуемой литературы (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы), составляет план ответов на экзаменационные вопросы: Интеллектуальные системы и основы теории интеллектуального управления : методические указания к лабораторным работам для МТФ по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Гаврилов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176779 Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214. - Загл. с экрана.

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:e-mail:nos@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:e-mail:nos@corp.nstu.ru; Личный типовой сайт

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.19;
Формируемые умения: з3. знать типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем		
Краткое описание применения: Обсуждение теоретического материала и решение практических задач в рамках рассматриваемых методик с элементами дискуссии между участниками учебного процесса		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
<i>Лабораторная:</i>	25	50
Контролирующие материалы приводятся в "Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214 . - Загл. с экрана."		
<i>РГЗ:</i>	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214 . - Загл. с экрана."		
<i>Зачет:</i>	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214 . - Загл. с экрана."		
Семестр: 5		

<i>Лабораторная:</i>	30	60
Контролирующие материалы приводятся в "Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214 . - Загл. с экрана."		
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита РГЗ	Зачет	Экзамен
ПК.19	з3. знать типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т. 2 : [учебник для вузов по направлению 220200 "Автоматизация и управление"] / Д. П. Ким. - М., 2007. - 440 с. : ил.
2. Интеллектуальные роботы : [учебное пособие по направлению 220400.65 "Мехатроника и робототехника"] / [И. А. Каляев и др.] под общ. ред. Е. И. Юревича. - М., 2007. - 360 с. : ил.
3. Панкратов В. В. Избранные разделы теории автоматического управления : [учебное пособие для вузов по направлениям подготовки: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизированные технологии и производства"] / В. В. Панкратов, О. В. Нос, Е. А. Зима ; [Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2011. - 222 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161733
4. Конюх В. Л. Основы робототехники : [учебное пособие для вузов по направлениям подготовки 220300 "Автоматизация технологических процессов и производств" и 220400 "Мехатроника и робототехника"] / В. Л. Конюх. - Ростов н/Д, 2008. - 282 с. : ил.
5. Секованов, В.С. Элементы теории дискретных динамических систем. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 180 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91878> — Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Юревич Е. И. Теория автоматического управления : [учебник для вузов по направлению подготовки "Системный анализ и управление"] / Е. И. Юревич. - СПб., 2007. - 540 с. : ил., табл.
2. Крутько П. Д. Обратные задачи динамики в теории автоматического управления : цикл лекций : учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений. - М., 2004. - 573 с. : ил.
3. Голдстейн Г. Классическая механика : пер. с англ. / Г. Голдстейн. - М., 1975. - 415 с.
4. Крутько П. Д. Управление исполнительными системами роботов : [монография] / П. Д. Крутько. - Москва, 1991. - 332, [2] с. : схемы

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Нос О. В. Динамика систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235214. - Загл. с экрана.

2. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

3. Интеллектуальные системы и основы теории интеллектуального управления : методические указания к лабораторным работам для МТФ по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Гаврилов]. - Новосибирск, 2012. - 29, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000176779

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MATLAB

2 MathCAD

3 MATLAB Control System Toolbox

4 MATLAB Aerospace Blockse

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс №34	Для проведения лабораторных работ

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Роботизированная платформа IE-POLBOT (набор робототехники)	Для проведения лабораторных работ
2	Мультимедиа- проектор Benq MP622C	Для мультимедийных лекций

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Динамика систем приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля	Промежуточная аттестация
ПК.19 способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	33. знать типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем	Алгоритмы управления приводными системами на основе обратной задачи динамики Базовые основы и концепция обратных задач динамики Базовые принципы и классификация алгоритмов адаптивного управления Динамическая задача ориентации объекта в трехмерном пространстве Интеллектуальное управление динамическими объектами на основе ассоциативной памяти и нейросетевых структур Интеллектуальное управление динамическими объектами на основе нечеткой логики и экспертных систем Квазиоптимальные алгоритмы управления динамическими системами Конечный поворот трехмерного вектора Математические модели динамического объекта и управляемых процессов движения Оптимальное управление по быстрдействию позиционной электромеханической системы постоянного тока Оптимальные динамические системы с управлением по ускорению Основные определения и классификация алгоритмов интеллектуального управления Основные определения и классификация динамических систем. Постановка задачи управления движением Основные положения алгебры кватернионов. Кинематические параметры вращения Кэли-Клейна и Родрига-Гамильтона Постановка задачи об оптимальном управлении, функционалы качества Построение законов управления на основе концепции обратных задач	4 семестр РГЗ, пункт задания: 4.2.1–4.2.6 Лабораторная работа: № 1–3 5 семестр Лабораторная работа: № 1–3	4 семестр Зачет, вопросы к зачету: № 1–18 5 семестр Экзамен, экзаменационные вопросы: № 1–22

		динамики Принципы управления динамическим объектом из условия осуществления предписанных траекторий движения Программирование траекторий движения объекта на базе роботизированной платформы IE-POLBOT Разработка экспертной системы Самонастраивающаяся адаптивная система Самонастраивающиеся динамические системы со стабилизацией и оптимизацией показателей качества Самоорганизующиеся и самообучающиеся динамические системы Система управления нелинейным динамическим объектом второго порядка Структура динамических алгоритмов стабилизации положения Структура кинематических алгоритмов стабилизации Теоремы Эйлера и Шали. Ортогональные преобразования базиса в форме матрицы направляющих косинусов и углов Эйлера-Крылова Элементы классического вариационного исчисления. Задача о безусловном экстремуме функционала, уравнение Эйлера-Пуассона. Задача об условном экстремуме функционала, метод множителей Лагранжа Элементы неклассического вариационного исчисления. Принцип максимума Л.С. Понтрягина, линейная задача максимального быстрогодействия. Динамическое программирование, линейно-квадратичные задачи оптимального управления		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 4 семестре - в форме зачета, в 5 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.19.

К зачету в 4 семестре допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие расчетно-графическое задание совместно с лабораторными работами.

Зачет проводится в устной форме, на котором оцениваются ответы на билет с двумя вопросами, список которых приведен в соответствующем Паспорте зачета. Время подготовки к ответам на зачете составляет 30 минут.

К экзамену в 5 семестре допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие

лабораторные работы.

На экзамене оцениваются ответы на два вопроса билета, список которых приведен в соответствующем Паспорте экзамена. Время подготовки к ответам на экзамене 60 минут.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ) и лабораторные работы. Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются лабораторные работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.19, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание дисциплины освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Динамика систем», 4 семестр

1. Методика оценки

К зачету в 4 семестре допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие расчетно-графическое задание совместно с лабораторными работами, а также набравшие в течение семестра количество баллов не менее 40.

Зачет проводится в устной форме, на котором оцениваются ответы на два вопроса, представленные в форме билета. Каждый из вопросов формируется на основе теоретического и практического материалов по различным видам учебной деятельности, охватывающих содержание двух дидактических единиц. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Динамика систем»

1. Формирование модели эталонного движения.
2. Динамическая задача ориентации объекта в трехмерном пространстве.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет при итоговой аттестации в форме зачета считается **неудовлетворительным**, если студентом даны ответы на вопросы с принципиальными ошибками и существенными неточностями. Оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на билет при итоговой аттестации в форме зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студентом даны ответы на вопросы с существенными ошибками и неточностями. Оценка составляет 10 баллов.
- Ответ на билет при итоговой аттестации в форме зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студентом даны ответы на вопросы с незначительными ошибками и неточностями. Оценка составляет 15 баллов.
- Ответ на билет при итоговой аттестации в форме зачета засчитывается на

продвинутом уровне, если студентом полные ответы на вопросы. Оценка составляет 20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем вопросам билета оставляет не менее 10 баллов из 20 возможных.

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Динамика систем»

1. Основные понятия и определения теории динамических систем.
2. Классическая постановка задачи управления с позиций обратной задачи динамики.
3. Формирование модели эталонного движения.
4. Расчет параметров закона управления на основе метода обратной модели.
5. Методика построения алгоритмов движением систем с одной степенью свободы.
6. Техническая реализация закона управления на основе метода обратной модели.
7. Пример построения структуры закона управления приводной системой на основе метода обратной модели.
8. Теоремы вращения и поступательного движения твердого тела.
9. Правила сложения и произведения кватернионов.
10. Тригонометрическая форма записи кватерниона.
11. Геометрические свойства векторной части кватерниона.
12. Кинематические параметры вращения Кэли-Клейна и Родрига-Гамильтона.
13. Динамическая задача ориентации объекта в трехмерном пространстве.
14. Векторно-матричные математические модели нелинейных динамических объектов с аддитивным вхождением вектора управлений.
15. Стандартные формы уравнения управляемых процессов.
16. Структура алгоритма управления динамическим объектом при его стабилизации относительно заданного положения.
17. Структура алгоритма управления объектом при его стабилизации относительно заданного положения с учетом динамики исполнительных механизмов.
18. Принципы управления динамическим объектом из условия осуществления назначенных траекторий движения.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Динамика систем», 4 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине Динамика систем студенты в течение 4 семестра, на основании исходных данных, выполняют практическую реализацию конечного поворота твердого тела относительно неподвижной эйлеровой оси с использованием нескольких кинематических параметров.

В ходе выполнения расчетно-графического задания производится анализ различных форм представления математической операции типа вращения, используемой при решении кинематических задач ориентации объекта в трехмерном пространстве.

Примерный перечень обязательных структурных частей РГЗ включает в себя:

1. Титульный лист.
2. Исходные данные.
3. Содержание.
4. Анализ способов задания вращения тела в трехмерном пространстве.
5. Углы Л. Эйлера и А.Н. Крылова.
6. Четырехмерное гиперкомплексное пространство.
7. Кинематические параметры Кэли-Клейна и Родрига-Гамильтона.
8. Заключение.
9. Список используемой литературы.

Оцениваемые позиции:

Расчетно-графическое задание оценивается по балльно-рейтинговой системе в количестве 15 – 30 баллов по результатам выполнения пунктов задания и защиты РГЗ, которая длится в течение 15-20 минут и включает в себя обсуждение следующих тем:

- ортогональные матрицы конечного поворота плоскости в трехмерном пространстве;
- задание математической операции вращения в форме углов Л. Эйлера и А.Н. Крылов и их выражение в функции элементов матрицы направляющих косинусов;
- основные правила алгебры кватернионов, алгебраическая и тригонометрическая формы записи гиперкомплексного числа;
- вращение векторной части кватерниона, кинематические параметры Кэли-Клейна и Родрига-Гамильтона;
- анализ результатов цифрового моделирования вращений трехмерного базиса, представленных в форме различных кинематических параметров.

Временные критерии начисления баллов:

- Все пункты РГЗ успешно выполнены, но отдельные задания завершены или защищены после 16-ой недели – 15 баллов.
- Все пункты РГЗ успешно завершены и защищены в течение 16 недель учебного семестра, но с нарушением временного графика выполнения заданий – 25 баллов.
- Все пункты РГЗ успешно выполнены и защищены в установленные сроки – 30 баллов.

2. Критерии оценки

• Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все пункты задания, связанные с анализом различных подходов к практической реализации математической операции типа вращение в трехмерном пространстве. Общее количество баллов составляет менее 15.

• Расчетно-графическое задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если студент выполнил все задания не в срок и с существенными ошибками, а также защитил работу на оценку удовлетворительно. Общее количество баллов 15.

• Расчетно-графическое задание считается выполненным на **базовом** уровне, если студент выполнил все задания в срок, без существенных ошибок, но защитил работу на оценку удовлетворительно или хорошо. Общее количество баллов 25.

• Расчетно-графическое задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если студент, выполнил все задания в срок без существенных ошибок, а также защитил работу на оценку отлично. Общее количество баллов 30.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Структура расчетно-графического задания

Расчетно-графическое задание
на тему: “Анализ различных способов представления кинематических параметров при ортогональном преобразовании исходного трехмерного базиса”

4.1. Исходные данные

1. Исходные параметры матрицы направляющих косинусов

Таблица 1. Численные значения элементов матрицы направляющих косинусов

№	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{31}	a_{32}	a_{33}
1	$1/\sqrt{2}$	-0,5	-1	$-\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{3}$	-1/3	$\sqrt{3}/\sqrt{2}$	-1,5	2/3
2	$-\sqrt{3}/2$	$-1/\sqrt{2}$	0,5	-1	$\sqrt{2}$	$1/\sqrt{3}$	-1/3	$\sqrt{3}/\sqrt{2}$	1,5
3	1	$\sqrt{3}/2$	$1/\sqrt{2}$	-0,5	-1	$-\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{3}$	-1/3	$\sqrt{3}/\sqrt{2}$
4	$-\sqrt{2}$	1	$-\sqrt{3}/2$	$-1/\sqrt{2}$	0,5	-1	$\sqrt{2}$	$1/\sqrt{3}$	-1/3
5	-0,5	$\sqrt{2}$	1	$\sqrt{3}/2$	$1/\sqrt{2}$	-0,5	-1	$-\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{3}$
6	$\sqrt{3}$	0,5	$-\sqrt{2}$	1	$-\sqrt{3}/2$	$-1/\sqrt{2}$	1/2	-1	$\sqrt{2}$
7	1/3	$-\sqrt{3}$	-0,5	$\sqrt{2}$	1	$\sqrt{3}/2$	$1/\sqrt{2}$	-0,5	-1
8	0	1/3	$\sqrt{3}$	0,5	$-\sqrt{2}$	1	$-\sqrt{3}/2$	$1/\sqrt{2}$	0,5
9	-2/3	0	1/3	$-\sqrt{3}$	-0,5	$\sqrt{2}$	1	$\sqrt{3}/2$	$1/\sqrt{2}$
10	$\sqrt{2}/\sqrt{3}$	-2/3	0	1/3	$\sqrt{3}$	0,5	$-\sqrt{2}$	1	$-\sqrt{3}/2$

4.2. Порядок выполнения расчетно-графической работы

4.2.1. Получить численные значения углов Л. Эйлера и А.Н. Крылова при заданной комбинации матрицы направляющих косинусов.

4.2.2. На основании метода цифрового моделирования исследовать различные комбинации чередования углов поворота относительно несовпадающих координатных осей трехмерного пространства.

4.2.3. Описать основные положения и правила алгебры кватернионов.

4.2.4. Получить численные значения кинематических параметров Кэли-Клейна и Родрига-Гамильтона с последующей проверкой полученных величин методом цифрового моделирования.

4.2.5. Определить октанту трехмерного пространства, координаты эйлеровой оси вращения и угол поворота вектора, описывающие элементы исходной матрицы направляющих косинусов.

4.2.6. Сделать выводы по результатам анализа различных способов представления кинематических параметров при ортогональном преобразовании исходного базиса.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра проектирования технологических машин

Паспорт экзамена

по дисциплине «Динамика систем», 5 семестр

1. Методика оценки

К экзамену в 5 семестре допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие лабораторные работы, а также набравшие в течение семестра количество баллов не менее 30.

Экзамен проводится в устной форме, на котором оцениваются ответы на два вопроса, представленные в форме билета. Каждый из вопросов формируется на основе теоретического и практического материалов по различным видам учебной деятельности, охватывающих содержание двух дидактических единиц. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Динамика систем»

1. Общая постановка задачи оптимального управления с фиксированными граничными условиями.
2. Самонастраивающиеся динамические системы с эталонной моделью.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студентом даны ответы на экзаменационные вопросы с принципиальными ошибками и значительными неточностями. Оценка составляет менее 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студентом даны ответы на экзаменационные вопросы с существенными ошибками и неточностями. Оценка составляет 20 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студентом даны ответы на экзаменационные вопросы с незначительными ошибками и неточностями.

Оценка составляет 30 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студентом полные ответы на экзаменационные вопросы. Оценка составляет 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Динамика систем»

1. Простейшая задача вариационного исчисления: скалярная постановка. Уравнения Эйлера и Эйлера-Пуассона, условия Лежандра.
2. Общая постановка задачи оптимального управления с фиксированными граничными условиями.
3. Задача об условном экстремуме функционала. Уравнения Эйлера, вытекающие из условия Лагранжа.
4. Принцип максимума Л.С. Понтрягина.
5. Постановка задачи предельного быстродействия и ее решение на основе принципа максимума.
6. Предельное по быстродействию управление линейными объектами. Теорема об n интервалах А.А. Фельдбаума.
7. Принцип оптимальности в методе динамического программирования.
8. Функциональное уравнение Беллмана и способы его решения.
9. Линейно-квадратичные задачи оптимального управления.
10. Основные положения теории искусственного интеллекта.
11. Интеллектуальное управление динамическими объектами на основе нечеткой логики.
12. Интеллектуальное управление динамическими объектами на основе и экспертных систем.
13. Интеллектуальное управление динамическими объектами на основе ассоциативной памяти.
14. Интеллектуальное управление динамическими объектами на основе нейросетевых структур.
15. Обобщенная структура адаптивного управления и ее классификационные признаки.
16. Самонастраивающиеся динамические системы с эталонной моделью.
17. Экстремальные динамические системы.
18. Экстремальные самонастраивающиеся динамические системы с автоматическим поиском.
19. Экстремальные самонастраивающиеся динамические системы беспоиcкового типа.
20. Методы поиска настроечных параметров с целью достижения экстремума критерия качества и его производных.
21. Адаптивные динамические системы самоорганизующегося типа.
22. Самообучающиеся адаптивные динамические системы.

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

Кафедра проектирования технологических машин

**Паспорт
лабораторных работ**

по дисциплине «Динамика систем», 4 семестр

1. Методика оценки

Данный вид учебной деятельности по дисциплине Динамика систем в 4 семестре связан с практическими вопросами анализа и синтеза систем управления траекториями движения изображающей точки объекта в трехмерном пространстве применительно к решению прикладных задач автоматизации технологических процессов и производств в машиностроении.

В состав обязательных частей отчета по каждой из лабораторных работ входят титульный лист, цель, описание пунктов задания, структурные схемы, графики процессов во временной и/или частотной областях, требуемые расчеты, аналитическая проверка полученных результатов и итоговый вывод о проделанной работе.

Оцениваемые позиции:

Лабораторные работы оцениваются по балльно-рейтинговой системе в количестве 25 – 50 баллов по результатам самостоятельного выполнения пунктов задания, оформления отчета и результата защиты в соответствии со следующими критериями:

- от 8 до 16 баллов за каждую лабораторную работу № 1 и № 2;
- от 9 до 18 баллов за лабораторную работу № 3.

2. Критерии оценки

- Лабораторная работа считается **не выполненной**, если студент отсутствовал на занятии по неуважительной причине, выполнены не все пункты задания, не предоставлен отчет или при защите даны ответы не на все вопросы. Общее количество баллов составляет менее 25.

- Лабораторная работа считается выполненной на **пороговом** уровне, если часть пунктов задания выполнена вне отведенного времени, отчет оформлен с замечаниями и на защите даны ответы с существенными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 25.

- Лабораторная работа считается выполненной на **базовом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без существенных замечаний и на защите даны ответы на вопросы с незначительными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 40.

- Лабораторная работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без замечаний и на защите даны полные ответы на все вопросы. Общее количество баллов 50.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за лабораторные работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Перечень тем лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 1.

Система управления нелинейным динамическим объектом второго порядка – 6 часов

Синтез алгоритма управления нелинейным объектом второго порядка на основе метода обратной модели.

2. Лабораторная работа № 2.

Конечный поворот трехмерного вектора – 6 часов

Изучение различных способов математического описания ортогонального преобразования типа вращения E.Clarke.

3. Лабораторная работа № 3.

Программирование траекторий движения объекта на базе роботизированной платформы IE-POLBOT – 6 часов

Изучение роботизированной платформы IE-POLBOT и составление имитационной 2D модели мобильного робота.

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

Кафедра проектирования технологических машин

**Паспорт
лабораторных работ**

по дисциплине «Динамика систем», 5 семестр

1. Методика оценки

Данный вид учебной деятельности по дисциплине Динамика систем в 5 семестре посвящен исследованию статических и динамических режимов работы автоматизированных систем в прикладной области машиностроительного производства, которые обеспечивают экстремальное значение заданного функционала качества в совокупности с автоматической адаптацией к изменяющемуся ходу технологического процесса.

В состав обязательных частей отчета по каждой из лабораторных работ входят титульный лист, цель, описание пунктов задания, структурные схемы, графики процессов во временной и/или частотной областях, требуемые расчеты, аналитическая проверка полученных результатов и итоговый вывод о проделанной работе.

Оцениваемые позиции:

Лабораторные работы оцениваются по балльно-рейтинговой системе в количестве 30 – 60 баллов по результатам самостоятельного выполнения пунктов задания, оформления отчета и результата защиты в соответствии со следующими критериями:

- от 8 до 18 баллов за лабораторную работу № 1;
- от 12 до 22 баллов за лабораторную работу № 2;
- от 10 до 20 баллов за лабораторную работу № 3.

2. Критерии оценки

• Лабораторная работа считается **не выполненной**, если студент отсутствовал на занятии по неуважительной причине, выполнены не все пункты задания, не предоставлен отчет или при защите даны ответы не на все вопросы. Общее количество баллов составляет менее 30.

• Лабораторная работа считается выполненной на **пороговом** уровне, если часть пунктов задания выполнена вне отведенного времени, отчет оформлен с замечаниями и на защите даны ответы с существенными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 30.

• Лабораторная работа считается выполненной на **базовом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без существенных замечаний и на защите даны ответы на вопросы с незначительными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 45.

• Лабораторная работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без замечаний и на защите даны полные ответы на все вопросы. Общее количество баллов 60.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за лабораторные работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей

программе дисциплины.

4. Перечень тем лабораторных работ

1. Лабораторная работа № 1.

Оптимальное управление по быстродействию позиционной электромеханической системы постоянного тока – 4 часа

Синтез оптимального по быстродействию закона управления положением вала электромеханической системы на основе принципа максимума Л.С. Понтрягина.

2. Лабораторная работа № 2.

Разработка экспертной системы – 8 часов

Разработка и отладка базы знаний о “выборе подачи фрезерного станка для чернового фрезерования”.

3. Лабораторная работа № 3.

Самонастраивающаяся адаптивная система – 6 часов

Исследование динамических и статических характеристик адаптивной системы с эталонной моделью.