

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Автомобильное отделение



**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ  
Ахметов Н.Д.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Управление техническими системами

Направление подготовки: 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль подготовки: Автомобили

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Павленко А.П. (Кафедра автомобилей, автомобильных двигателей и дизайна, Автомобильное отделение), APPavlenko@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10	способностью участвовать в осуществлении поверки основных средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин
ПК-11	способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке документации для технического контроля при исследовании, проектировании, производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования
ПК-2	способностью осуществлять информационный поиск по отдельным агрегатам и системам объектов исследования
ПК-3	способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в техническом обеспечении исследований и реализации их результатов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

1. осуществление информационного поиска по отдельным агрегатам и системам объектов исследования (ПК-2);
2. действия в составе коллектива исполнителей в техническом обеспечении исследований и реализации их результатов (ПК-3);
3. осуществление поверки основных средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин (ПК-10);
4. действия в составе коллектива исполнителей в разработке документации для технического контроля при исследовании, проектировании, производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования (ПК-11);

Должен уметь:

1. осуществлять информационный поиск по отдельным агрегатам и системам объектов исследования (ПК-2);
2. участвовать в составе коллектива исполнителей в техническом обеспечении исследований и реализации их результатов (ПК-3);
3. участвовать в осуществлении поверки основных средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин (ПК-10);
4. участвовать в составе коллектива исполнителей в разработке документации для технического контроля при исследовании, проектировании, производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования (ПК-11);

Должен владеть:

1. способностью осуществлять информационный поиск по отдельным агрегатам и системам объектов исследования (ПК-2);
2. способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в техническом обеспечении исследований и реализации их результатов (ПК-3);
3. способностью участвовать в осуществлении поверки основных средств измерений при производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин (ПК-10);
4. способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в разработке документации для технического контроля при исследовании, проектировании, производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования (ПК-11);

Должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания на практике.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы (Автомобили)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 48 часа(ов), в том числе лекции - 24 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 24 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 8 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Построение модели простого объекта.	8	2	2	0	2
2.	Тема 2. Непрерывная модель общего вида.	8	2	2	0	2
3.	Тема 3. Нахождение траектории движения объекта.	8	2	2	0	2
4.	Тема 4. Переходные и частотные характеристики объекта.	8	2	2	0	2
5.	Тема 5. Каноническое представление системы.	8	2	2	0	2
6.	Тема 6. Идентификация линейной детерминированной системы.	8	2	2	0	2
7.	Тема 7. Идентификация линейной стохастической системы.	8	2	2	0	2
8.	Тема 8. Эвристические методы идентификации.	8	2	2	0	2
9.	Тема 9. Непосредственная оптимизация.	8	2	2	0	2
10.	Тема 10. Классическая вариационная задача.	8	2	2	0	2
11.	Тема 11. Принцип максимума Понтрягина.	8	2	2	0	2
12.	Тема 12. Динамическое программирование.	8	2	2	0	2
	Итого		24	24	0	24

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Построение модели простого объекта.

Введение. Описание объекта управления. Непрерывные модели. Построение модели простого объекта. Объект с точки зрения теории управления. Математическая модель. Построение математической модели объекта. Переход к системе дифференциальных уравнений первого порядка. Описание известных физических свойств объекта. Начальные условия. Задача Коши.

##### Тема 2. Непрерывная модель общего вида.

Описание объекта управления. Непрерывные модели. Непрерывная модель общего вида. Общее описание непрерывного объекта. Параметры, необходимые для задания описания объекта. Переменные, входящие в описание объекта. Замена общего описания объекта линейным. Уравнение в приращениях. Уравнение динамики. Уравнение наблюдения. Переменная состояния.

### **Тема 3. Нахождение траектории движения объекта.**

Описание объекта управления. Непрерывные модели. Нахождение траектории движения объекта. Решение задачи Коши. Фундаментальная матрица системы уравнений. Решение в форме Коши. Свободная составляющая движения. Вынужденная составляющая движения. Весовая матрица. Передаточная матрица. Экспоненциал матрицы.

### **Тема 4. Переходные и частотные характеристики объекта.**

Описание объекта управления. Непрерывные модели. Переходные и частотные характеристики объекта. Единичная функция. Дельта-функция. Весовая характеристика (функция). Переходная характеристика (функция). Частотная характеристика. Построение частотной характеристики. Амплитудно-частотная характеристика. Фазо-частотная характеристика. Логарифмические частотные характеристики. Получение частной характеристики из передаточной.

### **Тема 5. Каноническое представление системы.**

Типовые элементарные звенья. Апериодическое (инерционное) звено. Колебательное звено. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено. Передаточная функция системы, составленной из звеньев. Дискретные модели. Управляемость и наблюдаемость линейной системы. Условие управляемости. Условие наблюдаемости. Преобразования эквивалентности. Методы идентификации систем. Каноническое представление системы.

### **Тема 6. Идентификация линейной детерминированной системы.**

Методы идентификации систем. Идентификация линейной детерминированной системы. Формулировка задачи идентификации.  $n$ -идентификация. 1-идентификация. Идентифицирование ненаблюдаемой системы. Физический смысл условия идентифицируемости. Количество измерений, необходимое для идентификации системы  $n$ -го порядка.

### **Тема 7. Идентификация линейной стохастической системы.**

Методы идентификации систем. Идентификация линейной стохастической системы. Переход от одношаговой задачи идентификации к многошаговой. Критерий идентификации стохастической системы. Квадрат нормы разности выхода и его оценки. Лемма об обратной матрице. Несмещенная оценка. Состоятельная оценка. Оценка вектора параметров при коррелированных возмущениях. Эквивалентное возмущение. Интервал корреляции. Начальные условия для рекуррентного алгоритма идентификации.

### **Тема 8. Эвристические методы идентификации.**

Методы идентификации систем. Идентификация линейной системы, на вход которой действует возмущение и сигнал управления. Идентификация линейной системы при входном возмущении с неизвестным средним. Идентификация нелинейной динамической системы (метод квазилинеаризации). Эвристические методы идентификации. Метод функций чувствительности. Метод подстраиваемой модели.

### **Тема 9. Непосредственная оптимизация.**

Методы синтеза оптимальных управлений. Непосредственная оптимизация. Одношаговая оптимизация без ограничений. Одношаговая оптимизация при ограничениях. Необходимые условия минимума. Достаточные условия минимума. Отличие многошаговой задачи от одношаговой. Сведение задачи условной оптимизации к безусловной. Сведение задачи оптимизации к двухточечной граничной задаче. Гамильтониан.

### **Тема 10. Классическая вариационная задача.**

Методы синтеза оптимальных управлений. Классическая вариационная задача. Вариационный метод. Функционал. Теорема Эйлера. Ограничения метода. Особенности решения для негладких исходных функций. Ограничение, накладываемые на переменные. Существование уравнений Эйлера-Лагранжа. Канонические уравнения Гамильтона.

### **Тема 11. Принцип максимума Понтрягина.**

Методы синтеза оптимальных управлений. Принцип максимума Понтрягина. Физический смысл принципа максимума. Игольчатая вариация. Изохроны. Уравнение в вариациях. Формулировка принципа максимума. Вектор сопряженного состояния. Сведение задачи оптимизации в принципе максимума. Решение двухточечной граничной задачи. Добавление ограничений на переменные управления и состояния. Главное свойство Гамильтониана. Получение дифференциального уравнения для вектора сопряженного состояния. Область применения принципа максимума.

### **Тема 12. Динамическое программирование.**

Методы синтеза оптимальных управлений. Динамическое программирование. Условия минимума, получаемые из уравнения Беллмана. Решение уравнения Беллмана. Ограничения на применение уравнения Беллмана. Ограничения, накладываемые на оптимальное значение критерия. Принцип оптимальности Беллмана. Численный метод динамического программирования. Особенности численного решения двухточечной граничной задачи.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 8</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Письменная работа	ПК-11 , ПК-2 , ПК-3 , ПК-10	1. Построение модели простого объекта. 2. Непрерывная модель общего вида. 3. Нахождение траектории движения объекта. 4. Переходные и частотные характеристики объекта. 5. Каноническое представление системы. 6. Идентификация линейной детерминированной системы. 7. Идентификация линейной стохастической системы. 8. Эвристические методы идентификации. 9. Непосредственная оптимизация. 10. Классическая вариационная задача. 11. Принцип максимума Понтрягина. 12. Динамическое программирование.
2	Отчет	ПК-10 , ПК-11 , ПК-2 , ПК-3	1. Построение модели простого объекта. 2. Непрерывная модель общего вида. 3. Нахождение траектории движения объекта. 4. Переходные и частотные характеристики объекта. 5. Каноническое представление системы. 6. Идентификация линейной детерминированной системы. 7. Идентификация линейной стохастической системы. 8. Эвристические методы идентификации. 9. Непосредственная оптимизация. 10. Классическая вариационная задача. 11. Принцип максимума Понтрягина. 12. Динамическое программирование.
	<b>Зачет с оценкой</b>	ПК-10, ПК-11, ПК-2, ПК-3	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	2
<b>Зачет с оценкой</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 8**

**Текущий контроль**

**1. Письменная работа**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

1. Задача Коши.
2. Непрерывная модель общего вида.
3. Общее описание непрерывного объекта.
4. Параметры, необходимые для задания описания объекта.
5. Переменные, входящие в описание объекта.
6. Замена общего описания объекта линейным.
7. Уравнение в приращениях.
8. Уравнение динамики.
9. Уравнение наблюдения.
10. Переменная состояния.

## **2. Отчет**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

1. Нахождение траектории движения объекта.
2. Решение задачи Коши.
3. Фундаментальная матрица системы уравнений.
4. Решение в форме Коши.
5. Свободная составляющая движения.
6. Вынужденная составляющая движения.
7. Весовая матрица.
8. Передаточная матрица.
9. Экспоненциал матрицы.
10. Переходные и частотные характеристики объекта.

## **Зачет с оценкой**

Вопросы к зачету с оценкой:

1. Введение.
2. Описание объекта управления.
3. Непрерывные модели.
4. Построение модели простого объекта.
5. Объект с точки зрения теории управления.
6. Математическая модель.
7. Построение математической модели объекта.
8. Переход к системе дифференциальных уравнений первого порядка.
9. Описание известных физических свойств объекта.
10. Начальные условия.
11. Задача Коши.
12. Непрерывная модель общего вида.
13. Общее описание непрерывного объекта.
14. Параметры, необходимые для задания описания объекта.
15. Переменные, входящие в описание объекта.
16. Замена общего описания объекта линейным.
17. Уравнение в приращениях.
18. Уравнение динамики.
19. Уравнение наблюдения.
20. Переменная состояния.
21. Нахождение траектории движения объекта.
22. Решение задачи Коши.
23. Фундаментальная матрица системы уравнений.
24. Решение в форме Коши.
25. Свободная составляющая движения.
26. Вынужденная составляющая движения.
27. Весовая матрица.
28. Передаточная матрица.
29. Экспоненциал матрицы.
30. Переходные и частотные характеристики объекта.
31. Единичная функция.
32. Дельта-функция.
33. Весовая характеристика (функция).
34. Переходная характеристика (функция).
35. Частотная характеристика.
36. Построение частотной характеристики.



37. Амплитудно-частотная характеристика.
38. Фазо-частотная характеристика.
39. Логарифмические частотные характеристики.
40. Получение частной характеристики из передаточной.
41. Типовые элементарные звенья.
42. Аperiodическое (инерционное) звено.
43. Колебательное звено.
44. Интегрирующее звено.
45. Дифференцирующее звено.
46. Передаточная функция системы, составленной из звеньев.
47. Дискретные модели.
48. Управляемость и наблюдаемость линейной системы.
49. Условие управляемости.
50. Условие наблюдаемости.
51. Преобразования эквивалентности.
52. Методы идентификации систем.
53. Каноническое представление системы.
54. Идентификация линейной детерминированной системы.
55. Формулировка задачи идентификации.
56. n-идентификация.
57. 1-идентификация.
58. Идентифицирование ненаблюдаемой системы.
59. Физический смысл условия идентифицируемости.
60. Количество измерений, необходимое для идентификации системы n-го порядка.
61. Идентификация линейной стохастической системы.
62. Переход от одношаговой задачи идентификации к многошаговой.
63. Критерий идентификации стохастической системы.
64. Квадрат нормы разности выхода и его оценки.
65. Лемма об обратной матрице.
66. Несмещенная оценка.
67. Состоятельная оценка.
68. Оценка вектора параметров при коррелированных возмущениях.
69. Эквивалентное возмущение.
70. Интервал корреляции.
71. Начальные условия для рекуррентного алгоритма идентификации.
72. Идентификация линейной системы, на вход которой действует возмущение и сигнал управления.
73. Идентификация линейной системы при входном возмущении с неизвестным средним.
74. Идентификация нелинейной динамической системы (метод квазилинеаризации).
75. Эвристические методы идентификации.
76. Метод функций чувствительности.
77. Метод подстраиваемой модели.
78. Методы синтеза оптимальных управлений.
79. Непосредственная оптимизация.
80. Одношаговая оптимизация без ограничений.
81. Одношаговая оптимизация при ограничениях.
82. Необходимые условия минимума.
83. Достаточные условия минимума.
84. Отличие многошаговой задачи от одношаговой.
85. Сведение задачи условной оптимизации к безусловной.
86. Сведение задачи оптимизации к двухточечной граничной задаче.
87. Гамильтониан.
88. Классическая вариационная задача.
89. Вариационный метод.
90. Функционал.
91. Теорема Эйлера.
92. Ограничения метода.
93. Особенности решения для негладких исходных функций.
94. Ограничение, накладываемые на переменные.
95. Существование уравнений Эйлера-Лагранжа.
96. Канонические уравнения Гамильтона.
97. Принцип максимума Понтрягина.

98. Физический смысл принципа максимума.
99. Игольчатая вариация.
100. Изохроны.
101. Уравнение в вариациях.
102. Формулировка принципа максимума.
103. Вектор сопряженного состояния.
104. Сведение задачи оптимизации в принципе максимума.
105. Решение двухточечной граничной задачи.
106. Добавление ограничений на переменные управления и состояния.
107. Главное свойство Гамильтониана.
108. Получение дифференциального уравнения для вектора сопряженного состояния.
109. Область применения принципа максимума.
110. Динамическое программирование.
111. Условия минимума, получаемые из уравнения Беллмана.
112. Решение уравнения Беллмана.
113. Ограничения на применение уравнения Беллмана.
114. Ограничения, накладываемые на оптимальное значение критерия.
115. Принцип оптимальности Беллмана.
116. Численный метод динамического программирования.
117. Особенности численного решения двухточечной граничной задачи.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	25
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	2	25
<b>Зачет с оценкой</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Система автоматизированного проектирования - [www.sapr.ru](http://www.sapr.ru)

Технический журнал "Автомобильная промышленность" - [www.mashin.ru/eshop/journals/avtomobilnaya\\_promyshlennost](http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomobilnaya_promyshlennost)

Технический журнал "Вестник машиностроения" - [www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik\\_mashinostroeniya](http://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает выполнение задания, выданного преподавателем. Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает выполнение задания, выданного преподавателем. Рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.
отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.
письменная работа	Письменная работа предполагает выполнение задания, выданного преподавателем. Рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.
зачет с оценкой	При подготовке к зачету Вам может понадобиться материал, изучавшийся ранее, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям). Необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение семестра. В каждом билете на зачет содержатся 2 вопроса. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 23.03.02 "Наземные транспортно-технологические комплексы" и профилю подготовки "Автомобили".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.4 Управление техническими системами

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль подготовки: Автомобили

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Шемякина Т. Ю. Производственный менеджмент: управление качеством (в строительстве) : учебное пособие / Т. Ю. Шемякина, М. Ю. Селивохин. - Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2020. - 272 с. : ил. - ISBN 978-5-98281-321-3. - URL : <https://new.znaniium.com/catalog/product/1039244>. - Текст : электронный.
2. Фатхутдинов Р. А. Производственный менеджмент : учебник для вузов / Р. А. Фатхутдинов. - 6-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2011. - 496 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 495. - Рек. МО. - В пер. - ISBN 978-5-4237-0238-0. - Текст : непосредственный. (21 экз.)
3. Квасов Б. И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab : учебное пособие / Б. И. Квасов. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 328 с. - ISBN 978-5-8114-2019-3. - URL : <https://e.lanbook.com/book/71713>. - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Горелик О. М. Производственный менеджмент : принятие и реализация управленческих решений : учебное пособие для вузов / О. М. Горелик. - 2-е изд., стер. - Москва : КНОРУС, 2011. - 272 с. : ил., табл. - Библиогр. : с. 267-270. - Рек. УМО. - Слов. терминов : с. 263 -265. - ISBN 978-5-406-00986-4. - Текст : непосредственный. (16 экз.)
2. Карпов Э. А. Организация производства и менеджмент : учебное пособие для вузов / Э. А. Карпов. - 4-е изд., стер. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 768 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 761-763. - Гриф МО. - В пер. - ISBN 978-5-94178-137-9. - Текст : непосредственный. (30 экз.)
3. Стерлигова А. Н. Операционный (производственный) менеджмент : учебное пособие / А. Н. Стерлигова, А. В. Фель. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 187 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-106504-4. - URL : <https://new.znaniium.com/catalog/product/958780>. - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.4 Управление техническими системами

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 23.03.02 - Наземные транспортно-технологические комплексы

Профиль подготовки: Автомобили

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.