

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
**профессор А.С. Афанасьев**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.04 Горное дело
<b>Направленность (профиль):</b>	Транспортные системы горного производства
<b>Квалификация выпускника:</b>	Горный инженер (специалист)
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доц., к.т.н. Мансурова О.К.,

**Рабочая программа дисциплины «Теория автоматического управления» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12.08.2020;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 «Горное дело» направленность (профиль) «Транспортные системы горного производства».

Составитель

\_\_\_\_\_

к.т.н., доцент каф.АТПП  
Мансурова О.К.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры АТПП от 08.02.2022, протокол № 11.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

д.т.н., доцент В.Ю.Бажин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса

\_\_\_\_\_

к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

- формирование у студентов знания и понимания основ современных методов проектирования систем автоматизации и управления различными производственными структурами и объектами в режиме реального времени;
- формирование у студентов практических навыков по построению проектов автоматических систем управления локальными и распределенными объектами на программном уровне с использованием объектно-ориентированного подхода.

Основные задачи дисциплины:

- освоение студентами принципов проектирования систем автоматического и автоматизированного управления;
- овладение методами построения систем автоматического и автоматизированного управления применительно к конкретным условиям функционирования объектов;
- решение задач анализа и синтеза свойств систем автоматического управления, обеспечивающих требуемые качественные показатели систем, при эксплуатации автоматизированного оборудования в горных работах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «21.05.04 «Горное дело» и изучается в IV семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория автоматического управления» являются «Высшая математика», «Инженерная и компьютерная графика», «Транспортные системы горных предприятий».

Дисциплина «Теория автоматического управления» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Гидро- и пневмопривод транспортных машин горных предприятий», «Грузоподъемные машины и механизмы», «Автоматизированные системы управления транспортными комплексами».

Особенностью дисциплины является возможность изучения фундаментальных понятий для широкого спектра автоматических систем программного, позиционного, адаптивного управления.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория автоматического управления» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.	УК-1.1. Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации УК-1.2. Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации УК-1.3. Владеть: методологией системного и критического

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
Способен эксплуатировать системы управления интегрированными транспортными системами горного производства, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций	ПКС-8.	ПКС-8.1. Знать: состав, характеристики и особенности систем управления интегрированными транспортными системами горного производства ПКС-8.2. Уметь: эксплуатировать системы управления интегрированными транспортными системами горного производства ПКС-8.3. Владеть: методами и способами эксплуатации систем управления интегрированными транспортными системами горного производства.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётных единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	32	32
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
Подготовка к практическим занятиям	8	8
<b>Промежуточная аттестация – зачет (З)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1 «Введение. Основные понятия и определения систем автоматического управления (САУ). Анализ САУ»	26	16	8		2

Раздел 2 «Синтез САУ»	18	8	8		2
Раздел 3 «САУ оборудованием горнотранспортного производства»	28	8	16		4
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>8</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение. Основные понятия и определения систем автоматического управления (САУ).	Понятие статики и динамики систем. Основные понятия и определения. Статический режим работы системы, статические характеристики. Описание динамики систем в форме нелинейных дифференциальных уравнений. Определение линейной системы.	2
2	Введение. Основные понятия и определения систем автоматического управления (САУ).	Типовые внешние воздействия и цель их использования. Единичная ступенчатая функция. Функция Дирака. Гармоническое воздействие. Воздействие типа «белый шум». Реакция системы на типовые воздействия. Переходная и импульсная переходная функции.	2
3	Введение. Основные понятия и определения систем автоматического управления (САУ).	Временные и частотные характеристики элементов (систем)	2
4	Анализ САУ	Понятие анализа САУ. Понятие устойчивости. Общая постановка задачи устойчивости по Ляпунову. Понятие характеристического уравнения. Необходимые и достаточные условия устойчивости для линейных систем.	2
5	Анализ САУ	Критерии оценки устойчивости.	2
6	Анализ САУ	Анализ точности САУ. Понятие о критериях качества функционирования систем. Прямые и косвенные показатели. Приближенная оценка быстродействия, колебательности, точности системы по ЛАХ. Связь вида ЛАХ и качественных показателей системы	2
7	Анализ САУ	Основные способы повышения точностных показателей САУ.	2
8	Анализ САУ	Комбинированное управление. Инвариантные системы. Абсолютная и частичная инвариантность к возмущающим воздействиям. Пример двухконтурной инвариантной системы.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
9	Синтез САУ	Понятие синтеза САУ. Закон управления. Последовательная коррекция. Цель и способы введения интеграла в закон управления. Цель и способы введения производных в закон управления.	2
10	Синтез САУ	Типовые законы управления. «Промышленные» регуляторы, ПИД, ПИ, П - регуляторы.	2
11	Синтез САУ	Параллельная коррекция. Жесткие, гибкие и смешанные обратные связи. Введение местных обратных связей и их влияние на динамические свойства охваченной части системы. Методы повышения точности статических САУ. Цель введения астатизма в САУ.	2
12	Синтез САУ	Использование операционных усилителей для технической реализации элементов коррекции. Синтез корректирующих устройств. Связь между видом ЛЧХ и свойствами системы. Типовые ЛАХ. Использование метода ЛАХ для синтеза корректирующих устройств. Типовые ЛАХ.	2
13	САУ оборудованном горнотранспортного производства	Принцип управления траекторией движения исполнительного органа проходческого комбайна. Автоматизация транспортно-подъемных установок.	2
14	САУ оборудованном горнотранспортного производства	Системы подчиненного регулирования. Автоматизация управления вождением проходческого комбайна в заданном направлении. Автоматическое вождение проходческого комбайна в заданном направлении по гироскопу. Автоматизации проходческих работ буровзрывным способом.	2
15	САУ оборудованном горнотранспортного производства	Автоматизация установки буровой машины в нужную точку забоя Автоматизация управления буровой машиной.	4
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Составление динамических моделей элементов САУ. Статический расчет САУ.	8
2	Раздел 2	Синтез автоматических регуляторов систем управления приводами транспортно-подъемных установок.	8
3	Раздел 3	Исследование и моделирование САУ.	16
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** накануне дифференцированного зачета является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

### 5.1. Задание для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Форма СРС	Форма отчетности о выполнении	Трудоемкость внеаудиторная, ч
1	Подготовка к лекциям	Перечень уточняющих вопросов по лекции	4
2	Подготовка к дифференцированному зачету	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	4
<b>Итого:</b>			<b>8</b>

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

**Раздел 1. Введение.** Основные понятия и определения систем автоматического управления (САУ). Анализ САУ

1. Дайте определение термина «управление».
2. Дайте определение объекта управления.
3. Что такое система автоматического управления?
4. Перечислите основные элементы системы автоматического управления
5. В чем отличие автоматической и автоматизированной системы?
6. Дайте определение многомерной САУ.
7. Дайте определение системы числового программного управления.
8. Дайте определение системы стабилизации.
9. Дайте определение следящей системы.
10. Что такое ошибка в системе автоматического управления?
11. Какие внешние воздействия существуют в САУ?
12. Дайте отличие задающего, возмущающего и управляющего воздействий.

13. Дайте развернутую характеристику этих воздействий.
14. Укажите виды обратных связей.
15. Структурная схема САУ по отклонению, по возмущению, с комбинированным управлением.
16. Структурная схема адаптивной системы автоматического управления
17. Функциональная схема системы автоматического управления. Назначение основных элементов схемы.
18. Основное отличие разомкнутых САУ от замкнутых.
19. Чем отличаются гибкая и жесткая обратные связи?
20. Влияет ли обратная связь на динамические свойства САУ?
21. Приведите достоинства и недостатки разомкнутой системы управления по возмущениям.
22. Приведите достоинств, недостатки замкнутой системы управления по отклонению.
23. Дайте классификацию САУ по назначению, по числу регулируемых величин, по принципу регулирования, по поведению в статическом режиме.
24. В чем состоит отличие систем непрерывного и дискретного действия?
25. Для чего предназначена система контроля состояния САУ?
26. Чему равна передаточная функция системы с последовательным соединением звеньев?
27. Определите передаточную функцию замкнутой системы по ошибке.
28. Определите передаточную функцию замкнутой системы возмущению.
29. Как перенести сумматор через динамическое звено?
30. Как заменить несколько сумматоров, включенных последовательно, одним сумматором?

#### **Раздел 2. Синтез САУ**

1. Как зависит вид переходной функции от коэффициента передачи системы?
2. Поясните, что такое частотная характеристика динамической системы?
3. Что характеризует амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики?
4. Какие частотные характеристики используются для исследования САУ?
5. Как перейти от передаточных функций к частотным характеристикам системы?
6. Поясните физический смысл частотных характеристик.
7. Как экспериментально определяются частотные характеристики?
8. Каким образом можно получить характеристическое уравнение, если модель системы представлена в векторно-матричной форме?
9. Как определяется время переходного процесса?
10. Как оценивается быстродействие по частотным характеристикам?
11. Как в замкнутой системе изменить время переходного процесса?
12. Сколько корней имеет характеристическое уравнение в системе  $n$ -го порядка?
13. Можно ли определить порядок замкнутой системы, если известен порядок разомкнутой?
14. Можно ли определить перерегулирование в системе с действительными корнями, не прибегая к моделированию?
15. Какое звено необходимо включить последовательно с апериодическим звеном, чтобы характер процесса сохранился, но стал протекать в два раза быстрее?
16. Как определить значение АЧХ на данной частоте, если имеются записи входного и выходного сигнала на этой частоте?
17. Как определить по виду передаточной функции значение фазы при  $\omega = 0$  и  $\omega \rightarrow \infty$ ?
18. Как найти АЧХ и ФЧХ, если известны  $P(\omega)$  и  $Q(\omega)$ ?
19. Какое выражение используется для вычисления ФЧХ и ФЧХ типовых звеньев?
20. Приведите формулу для нахождения установившегося значения регулируемого параметра при единичном входном воздействии.

#### **Раздел 3. САУ оборудованием горнотранспортного производства**

1. Перечислите типы датчиков, используемых в системе автоматической ориентации в системе проходческого комбайна.
2. Основные требования к системе управления скиповым подъемом.
3. Определите назначение системы автоматизации загрузки скипов.



4. Допускаемое отклонение скорости ленточного конвейера.
5. Какие типы автоматических регуляторов используются в системе управления ковшом экскаватора?

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации зачета**

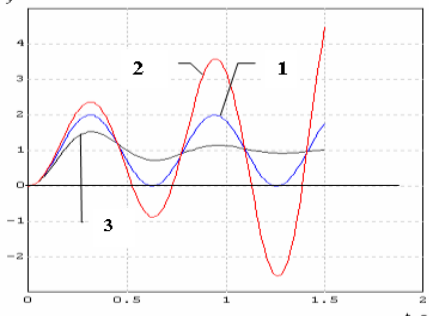
### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету (по дисциплине):**

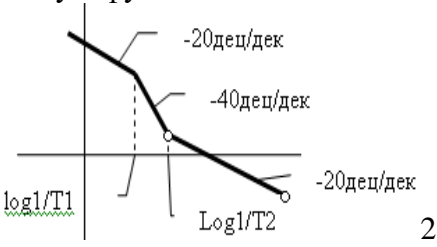
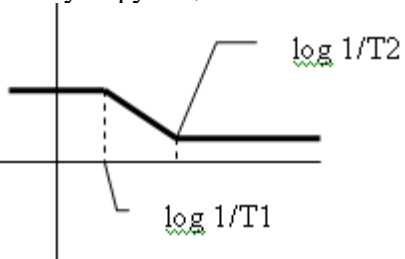
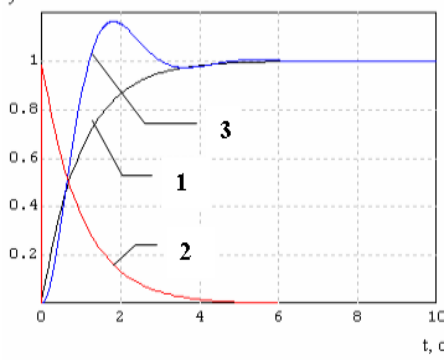
1. Дайте определение детерминированной системы автоматического управления.
2. Какими уравнениями описываются элементы непрерывной нестационарной САУ?
3. Какой блок САУ называется задающим?
4. Какие функции выполняет блок САУ «устройство управления»?
5. Назначение исполнительных устройств САУ.
6. Определите понятие временной декомпозиции.
7. Как называется последовательное переключение решаемых задач и устройств (программ) управления?
8. Как называется введение подчиненности подзадач разного уровня?
9. Как называется выделение собственных устройств управления или программ для управления локальными объектами?
10. При каком управлении производится организация взаимодействия каналов системы?
11. Определите относительную степень передаточной функции.
12. Приведите передаточную функцию апериодического звена.
13. Приведите передаточную функцию реального дифференцирующего звена.
14. Приведите передаточную функцию колебательного звена.
15. Приведите передаточную функцию дифференцирующего звена.
16. Приведите передаточную функцию интегрирующего звена.
17. Какие корни характеристического уравнения определяют колебательный сходящийся процесс?
18. Как вычисляется ЛАХ регулятора  $L_p$  по нескорректированной  $L_{нк}$  и желаемой  $L_{ж}$  логарифмической амплитудной характеристике системы?
19. Какому значению соответствует точка пересечения низкочастотной асимптоты ЛАХ (или её продолжение) с осью ординат на частоте  $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$ ?
20. Критерий устойчивости замкнутой системы.
21. Амплитудно-фазовая характеристика разомкнутой системы.
22. Какому технологическому режиму соответствует единичное ступенчатое входное воздействие?
23. Для чего предназначен блок идентификатора в САУ?
24. Сформулируйте принцип однонаправленного действия.
25. Сформулируйте принцип обратной связи.
26. Чему равна передаточная функция системы с параллельным соединением звеньев?
27. Чему равна передаточная функция системы с встречно- параллельным соединением звеньев?
28. Как по дифференциальному уравнению звена найти его передаточную функцию?
29. Как составить структурную схему системы по ее дифференциальным уравнениям?
30. Определите передаточную функцию замкнутой системы с единичной обратной связью.
31. Определите передаточную функцию замкнутой системы с неединичной обратной связью.

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

### Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Автоматизированные системы ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. выполняют свои функции автоматически (без участия человека)</li> <li>2. выполняют свои функции с помощью автоматизированных устройств</li> <li>3. в которых часть функций выполняется автоматически, а часть человеком-оператором</li> <li>4. обеспечивают целенаправленное изменение свойств объекта, приводящее к улучшению его состояния</li> </ol>
2.	В функции устройства управления входит...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. идентификация состояния объекта, генерация задающих воздействий, расчет управляющих воздействий</li> <li>2. идентификация состояния объекта</li> <li>3. инициализация объекта</li> <li>4. идентификация внешних воздействий</li> </ol>
3.	Выходной переменной системы управления механизмом является...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. текущее положение конечного звена</li> <li>2. заданное положение конечного звена</li> <li>3. управляющий сигнал</li> <li>4. текущее значение скорости</li> </ol>
4.	Задающим воздействием называется сигнал,...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. характеризующий текущее значение выходной переменной в режиме слежения</li> <li>2. генерируемый объектом слежения</li> <li>3. генерируемый дополнительным внешним блоком</li> <li>4. определяющий требуемый закон изменения регулируемой переменной</li> </ol>
5.	Регулятором называется блок, предназначенный для ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. расчета управляющего воздействия <math>u(t)</math></li> <li>2. расчета задающего воздействия <math>g(t)</math></li> <li>3. оценки состояний объекта идентификации</li> <li>4. для измерения возмущений</li> </ol>
6.	Необходимым условием устойчивости САУ является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. положительность корней характеристического уравнения</li> <li>2. равенство нулю хотя бы одного корня характеристического уравнения</li> <li>3. отрицательность коэффициентов характеристического уравнения</li> <li>4. положительность коэффициентов характеристического уравнения</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
7.	Характеристическое уравнение замкнутой системы имеет вид $p^2 + 4p + 3 = 0$ . Определить, устойчива ли система.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на колебательной границе устойчивости</li> <li>2. на границе устойчивости нейтрального типа</li> <li>3. устойчива</li> <li>4. не устойчива</li> </ol>
8.	Корни характеристического уравнения замкнутой системы равны: $p_1 = -10$ , $p_2 = -21$ , $p_3 = -23$ , $p_4 = -46$ . Степень устойчивости системы равна ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10</li> <li>2. 21</li> <li>3. 23</li> <li>4. 46</li> </ol>
9.	<p>На рис. приведены переходные процессы системы (устойчивой, неустойчивой; на грани устойчивости)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 - неустойчивая, 2- устойчивая, 3 - на границе устойчивости</li> <li>2. 1- на границе устойчивости, 2 – устойчивая, 3 – неустойчивая</li> <li>3. 1- на границе устойчивости, 2 – неустойчивая, 3 – устойчивая</li> <li>4. 1- устойчивая, 2 – на границе устойчивости, 3 – неустойчивая.</li> </ol>
10.	Устойчивость линейной системы определяется... движением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вынужденным</li> <li>2. свободным</li> <li>3. установившимся</li> <li>4. возмущенным</li> </ol>
11.	Для оценки устойчивости линейной непрерывной системы должны быть исследованы ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. начальные условия</li> <li>2. свободные составляющие решения дифференциального уравнения системы</li> <li>3. вынужденные составляющие решения дифференциального уравнения системы</li> <li>4. свободные и вынужденные составляющие решения дифференциального уравнения системы</li> </ol>
12.	Дано характеристическое уравнение $A_0p^n + A_1p^{n-1} + \dots + A_{n-1}p + A_n = 0$ , имеющее $n$ корней вида $p_i = \alpha_i \pm j\beta_i$ . Тогда необходимым и достаточным условием устойчивости такой системы является условие	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. все <math>\alpha_i &lt; 0</math></li> <li>2. все <math>\alpha_i \leq 0</math></li> <li>3. все <math>\alpha_i \geq 0</math></li> <li>4. все <math>\beta_i &lt; 0</math></li> </ol>
13.	Какое условие соответствует технически реализуемой системе, если $n$ - порядок знаменателя передаточной функции, $m$ - порядок числителя?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>n &gt; m</math>;</li> <li>2. <math>n \geq m</math>;</li> <li>3. <math>n &lt; m</math>;</li> <li>4. <math>n \leq m</math>.</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Значение фазового сдвига для звена с передаточной функцией $W(p) = \frac{10}{0,5p+1}$ на частоте 2,0 1/с равно:	1. -90 градусов 2. -45 градусов 3. -180 градусов 4. 0 градусов
15.	По виду ЛАХ восстановить передаточную функцию 	$\frac{K(T_1 p + 1)}{T_2 p + 1}$ 1. $\frac{K(T_1 p + 1)}{T_2 p + 1}$ 2. $\frac{K(T_2 p + 1)}{p(T_2 p + 1)}$ 3. $\frac{K(T_2 p + 1)}{p(T_1 p + 1)}$ 4. $\frac{K(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)}{(T_1 p + 1)(T_4 p + 1)}$
16.	Чему равен наклон асимптотической ЛАЧХ на частоте $\omega = 1,5$ с-1 системы с передаточной функцией $W(p) = \frac{p+1}{(0,5p+1)(4p+1)}$ ?	1. -20дб/дек 2. 20 дб/дек 3. 0 дб/дек 4. -40 дб/дек
17.	По виду ЛАХ восстановить передаточную функцию 	$\frac{K(T_1 p + 1)}{T_2 p + 1}$ 1. $\frac{K(T_1 p + 1)}{T_2 p + 1}$ 2. $\frac{K(T_2 p + 1)}{p(T_2 p + 1)}$ 3. $\frac{K(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)}{(T_1 p + 1)(T_4 p + 1)}$ 4. $\frac{K(T_2 p + 1)}{T_1 p + 1}$
18.	Определить, какому звену соответствуют переходные процессы 	1. аperiodическое, реальное дифференцирующее, колебательное 2. аperiodическое, Колебательное, реальное дифференцирующее 3. реальное дифференцирующее, Колебательное, аperiodическое 4. реальное дифференцирующее, Аperiodическое, колебательное

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	<p>Движение системы описывается дифференциальным уравнением</p> $\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 3 \frac{dy(t)}{dt} + 2y(t) = 5g(t)$ <p>где: <math>y(t)</math> - выходная переменная,  <math>g(t)</math> - задающее воздействие,  <math>t</math> – время. Определить устойчивость системы.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. устойчива</li> <li>2. неустойчива</li> <li>3. на колебательной границе устойчивости</li> <li>4. на апериодической границе устойчивости</li> </ol>
20.	<p>Для характеристического полинома системы вида  <math>p^3 + 4p^2 + 3p + 2 = 0</math>  матрицей Гурвица является ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\begin{bmatrix} 2 &amp; 4 &amp; 0 \\ 0 &amp; 3 &amp; 1 \\ 2 &amp; 0 &amp; 4 \end{bmatrix}</math></li> <li>2. <math>\begin{bmatrix} 1 &amp; 3 &amp; 0 \\ 0 &amp; 4 &amp; 2 \\ 0 &amp; 1 &amp; 3 \end{bmatrix}</math></li> <li>3. <math>\begin{bmatrix} 2 &amp; 4 &amp; 0 \\ 0 &amp; 3 &amp; 0 \\ 0 &amp; 0 &amp; 4 \end{bmatrix}</math></li> <li>4. <math>\begin{bmatrix} 4 &amp; 2 &amp; 0 \\ 1 &amp; 3 &amp; 0 \\ 0 &amp; 4 &amp; 2 \end{bmatrix}</math></li> </ol>

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Системы стабилизации предназначены для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. поддержания задающего воздействия на постоянном уровне, при этом выходная величина отличается от требуемого на величину статической ошибки</li> <li>2. слежения за выходной величиной</li> <li>3. изменения выходной координаты по заданному закону</li> <li>4. регулирования выходной координаты в большом диапазоне</li> </ol>
2.	Следящие системы обеспечивают:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменение выходной величины по заданному алгоритму</li> <li>2. контроль за нагревом оборудования</li> <li>3. формирование управляющего воздействия по неизвестному задающему</li> <li>4. задание необходимого динамического режима</li> </ol>
3.	Системы программного управления предназначены для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшения статической ошибки</li> <li>2. уменьшения потерь энергии</li> <li>3. повышения быстродействия</li> <li>4. регулирования выходной координаты по заранее составленной программе</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4.	При последовательном соединении динамических звеньев передаточные функции:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. складываются</li> <li>2. вычитаются</li> <li>3. преобразуются по определённому закону</li> <li>4. перемножаются</li> </ol>
5.	Устойчивость системы это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. свойство возвращаться в исходное состояние после прекращения действия возмущения</li> <li>2. свойство работать в переходном режиме</li> <li>3. управление при помощи микропроцессора</li> <li>4. работа в колебательном режиме</li> </ol>
6.	Переходная функция системы $h(t)$ это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. время пуска</li> <li>2. время реверса</li> <li>3. показатель колебательности процесса</li> <li>4. реакция на входное единичное воздействие</li> </ol>
7.	Устойчивость системы определяется по критерию:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гурвица</li> <li>2. Лапласа</li> <li>3. Кирхгофа</li> <li>4. Ома</li> </ol>
8.	Какой вид имеет передаточная функция идеального дифференцирующего звена?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>W(P) = K</math></li> <li>2. <math>W(P) = Kp</math></li> <li>3. <math>W(P) = K/p</math></li> <li>4. <math>W(P) = K/Tr+1</math></li> </ol>
9.	Какой вид имеет передаточная функция безинерционного звена?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>W(P) = K</math></li> <li>2. <math>W(P) = Kp</math></li> <li>3. <math>W(P) = K/p</math></li> <li>4. <math>W(P) = K/Tr+1</math></li> </ol>
10.	Какой вид имеет передаточная функция апериодического звена первого порядка?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>W(P) = K</math></li> <li>2. <math>W(P) = Kp</math></li> <li>3. <math>W(P) = K/p</math></li> <li>4. <math>W(P) = K/Tr+1</math></li> </ol>
11.	Когда возникает режим прерывистого тока в системе ТП-ДПТ при регулировании скорости напряжением на якоре?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при малых значениях выпрямленного тока</li> <li>2. при больших нагрузках</li> <li>3. при пониженном напряжении питания</li> <li>4. при резком торможении двигателя</li> </ol>
12.	Измерение угловых и линейных координат нельзя осуществлять при помощи:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. тахогенератора</li> <li>2. сельсина</li> <li>3. вращающего трансформатора</li> <li>4. цифровых датчиков</li> </ol>
13.	Если $T_m$ больше $4T_\theta$ ( $T_m$ - механическая и $T_\theta$ - электромагнитная постоянные времени ДПТ), то двигатель работает в режиме:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. торможения</li> <li>2. перегрузки</li> <li>3. пуска</li> <li>4. установившемся</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	Если $T_m$ меньше $4T_\Sigma$ ( $T_m$ - механическая и $T_\Sigma$ - электромагнитная постоянные времени ДПТ), то двигатель работает в режиме:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отдачи энергии в сеть</li> <li>2. пуска</li> <li>3. генераторном</li> <li>4. реверса</li> </ol>
15.	Задачей токового контура в САУ не является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ограничение максимального тока якоря в переходных режимах</li> <li>2. компенсация <math>T_\Sigma</math></li> <li>3. компенсация возмущающих воздействий</li> <li>4. регулирование тока</li> </ol>
16.	Оптимизация динамики токового и скоростного контуров позволяет:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшить потери</li> <li>2. получить заданные качественные переходные процессы</li> <li>3. увеличить диапазон регулирования скорости</li> <li>4. уменьшить погрешность при регулировании</li> </ol>
17.	Система с двухзонным регулированием скорости ( $\Gamma$ -ДПТ) позволяет изменить:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ток и скорость</li> <li>2. магнитный поток и ток</li> <li>3. скорость двигателя при её регулировании напряжением на якоре и потоком возбуждения</li> <li>4. момент и ток</li> </ol>
18.	Как иначе называется адаптивная система управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нелинейная</li> <li>2. линейная</li> <li>3. аналоговая</li> <li>4. самонастраивающаяся</li> </ol>
19.	Какая обратная связь в системах управления не применяется?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по току</li> <li>2. по скорости</li> <li>3. по весу объекта</li> <li>4. по моменту</li> </ol>
20.	Задачей синтеза САУ является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. построение требуемого переходного процесса</li> <li>2. оценка устойчивости</li> <li>3. разработка системы по заданным показателям переходного процесса</li> <li>4. уменьшение погрешности</li> </ol>

### Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Использование роботов и манипуляторов при автоматизации транспортных систем позволяет:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. повысить производительность и эффективность труда</li> <li>1. повысить степень безопасности жизнедеятельности производства</li> <li>2. работать в помещениях с повышенной влажностью и пыльностью</li> <li>3. исключить ручной труд</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	Особенность применения роботов в технологических процессах заключается в следующем:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. использование большого количества дополнительных технических средств</li> <li>2. значительное изменение плана размещения оборудования на производстве</li> <li>3. универсальность автоматической адаптации к особенностям технологического цикла</li> <li>4. невозможность автоматической переналадки оборудования производства</li> </ol>
3.	Системы программного управления предназначены для:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшения статической ошибки</li> <li>2. уменьшения потерь энергии</li> <li>3. повышения быстродействия</li> <li>4. регулирования выходной координаты по заранее составленной программе</li> </ol>
4.	Как определяется порядок САУ по передаточной функции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по постоянной времени</li> <li>2. по быстродействию</li> <li>3. по наибольшему показателю степени оператора «р» в знаменателе</li> <li>4. По коэффициенту усиления</li> </ol>
5.	Классификация САУ не производится по...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. стоимости оборудования</li> <li>2. принципу управления</li> <li>3. способу соединения звеньев</li> <li>4. виду используемых сигналов</li> </ol>
6.	Переходная функция системы $h(t)$ это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. показатель устойчивости</li> <li>2. время пуска</li> <li>3. показатель колебательности процесса</li> <li>4. реакция на входное единичное воздействие</li> </ol>
7.	Что является критерием устойчивости системы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. матрица Гурвица.</li> <li>2. преобразование Лапласа</li> <li>3. закон Кирхгофа</li> <li>4. закон Ома</li> </ol>
8.	Какой вид передаточной функции не может быть звеном САУ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>W(P) = K</math></li> <li>2. <math>W(P) = Kp^3</math></li> <li>3. <math>W(P) = K/p</math></li> <li>4. <math>W(P) = K/Tr+1</math></li> </ol>
9.	Передаточная функция какого звена не используется в САУ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>W(P) = KT^2 (Tr+1)</math></li> <li>2. <math>W(P) = Kp</math></li> <li>3. <math>W(P) = K/p</math></li> <li>4. <math>W(P) = K/Tr+1</math></li> </ol>
10.	Какой вид имеет передаточная функция апериодического звена второго порядка?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>W(P) = K</math></li> <li>2. <math>W(P) = Kp</math></li> <li>3. <math>W(P) = K/p</math></li> <li>4. <math>W(P) = K/Tr^2 + 1</math></li> </ol>
11.	Измерение угловых и линейных координат нельзя осуществлять при помощи:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. тахогенератора</li> <li>2. сельсина</li> <li>3. вращающего трансформатора</li> <li>4. вольтметра</li> </ol>



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Как иначе называется самонастраивающаяся система управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нелинейная</li> <li>2. линейная</li> <li>3. аналоговая</li> <li>4. адаптивная</li> </ol>
13.	Задачей синтеза САУ является:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. построение требуемого переходного процесса</li> <li>2. оценка устойчивости</li> <li>3. разработка системы по заданным показателям переходного процесса</li> <li>4. уменьшение погрешности</li> </ol>
14.	Задача анализа САУ заключается в:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. линеаризации нелинейностей</li> <li>2. оценке устойчивости</li> <li>3. определении надёжности</li> <li>4. построении заданного переходного процесса и определении его показателей</li> </ol>
15.	Ошибка управления это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отклонение выходной величины от входной</li> <li>2. разность между требуемым и действительным значениями выходной координаты</li> <li>3. изменение момента нагрузки</li> <li>4. изменение числа потребителей энергии</li> </ol>
16.	Управление выходной координатой в системе - это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменение возмущающих воздействий</li> <li>2. изменение реальных физических факторов</li> <li>3. поддержание выходной координаты на заданном уровне</li> <li>4. процесс реализации определённого алгоритма управления</li> </ol>
17.	Что относят в системах к возмущающим воздействиям?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменение веса конструкции</li> <li>2. отключение от сети</li> <li>3. изменение нагрузки на валу двигателя</li> <li>4. отключение системы аварийной сигнализации</li> </ol>
18.	Какая обратная связь применяется в системах стабилизации?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. положительная</li> <li>2. гибкая</li> <li>3. колебательная</li> <li>4. отрицательная</li> </ol>
19.	Какой элемент обязателен в цепи обратной связи?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. усилитель</li> <li>2. датчик обратной связи</li> <li>3. задающее устройство</li> <li>4. корректирующее устройство</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Чем отличается передаточная функция статической и астатической САУ?	1. наличием оператора «р», как одного из множителей в знаменателе 2. наличием оператора «р» в числителе 3. наличием колебательного звена 4. наличием дифференцирующего звена

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. <https://e.lanbook.com/book/90161>

2. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учебное пособие / Д.П. Ким. - Москва: Физматлит, 2007. - Т. 1. Линейные системы. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=69278](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=69278)

3. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). Кафедра промышленной электроники (ПРЭ). - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=208587](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=208587)

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учебное пособие / Д.П. Ким. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Физматлит, 2007. - Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=69280](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=69280)

2. Цветкова, О.Л. Теория автоматического управления: учебник / О.Л. Цветкова. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=443415](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=443415)

3. Медведев, А.Е. Автоматизация производственных процессов: учеб. пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Е. Медведев, А.В. Чупин. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2009. <https://e.lanbook.com/book/6606>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Теория автоматического управления: Методические указания к курсовому проектированию/ Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: И.А. Башарин, Е.А. Кожевников. СПб, 2014. 37 с.

2. Теория автоматического управления. Анализ линейных систем: Методические указания к лабораторным работам/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: О.К. Мансурова, А.А. Кульчицкий. СПб, 2019. 32 с.

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
7. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
8. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
9. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
10. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

### **7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Цветкова, О.Л. Теория автоматического управления: учебник / О.Л. Цветкова. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=443415](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=443415)

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

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении лекций и практических занятий оснащены мультимедийным оборудованием для работы с презентациями, оборудованием

для демонстрации различных графических и текстовых материалов и компьютерами с установленным на них лицензированным программным обеспечением.

Лаборатории кафедры оснащены специальным высокотехнологичным оборудованием и лабораторными установками для получения исходных данных и разработки математических моделей, которые используются при проведении практических занятий по дисциплине «Теория автоматического управления».

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Оснащенность: стол – 15 шт., стул – 30 шт, доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD-экран iiyama ProLite PL8603U.

#### **Аудитории для проведения практических занятий.**

Оснащенность: стол – 8 шт., стул – 16 шт, доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8" FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы :**

1. Оснащенность: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок LenovoM93ZIntel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)
2. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)
3. Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1