

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 2018-03-27

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afddafb705f

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра «Электропривод и автоматизация производственных процессов»

Рабочая программа дисциплины

### Б1.В.ДВ.03.02 Моделирование в технике

для программы специалитета

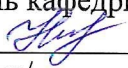
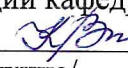
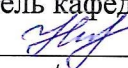
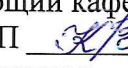
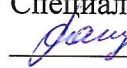


по направлению подготовки

**21.05.04 – Горное дело**

Направленность программы: Электрификация и автоматизация горного производства

Форма обучения – очная

Автор: Шабо К.Я., к.т.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: [kamilshabo@rambler.ru](mailto:kamilshabo@rambler.ru)

<p>РЕКОМЕНДОВАНО</p> <p>Представитель кафедры ЭПиАПП  /М.А.Новикова/</p> <p>Заведующий кафедрой ЭПиАПП  /В.Р.Киушкина/</p> <p>протокол № <u>12</u></p> <p>от <u>«26» 03</u> 2018 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО</p> <p>Представитель кафедры ЭПиАПП  /М.А.Новикова/</p> <p>Заведующий кафедрой ЭПиАПП  /В.Р.Киушкина/</p> <p>протокол № <u>12</u></p> <p>от <u>«26» 03</u> 2018 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО</p> <p>Нормоконтроль в составе ОПОП пройден</p> <p>Специалист УМО  / С.Р.Санникова</p> <p><u>«27» 03</u> 2018 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП</p> <p>Председатель УМС  / Л.А. Яковлева</p> <p>протокол УМС № <u>9</u> от <u>«29» 03</u> 2018 г.</p>	<p>Зав. библиотекой  / И.С. Гоцанская</p> <p><u>«28» 03</u> 2018 г.</p>	

Нерюнгри 2018

**1. Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.04.02 Моделирование в технике**  
Трудоёмкость 4 з.е

**1. Цели освоения дисциплины.**

Цель дисциплины – изучение методов моделирования, разработка и анализ математических моделей, отражающих статические и динамические свойства электрических приводов.

Ядро курса составляют учебно-профессиональные задачи по синтезу и анализу математических моделей, отражающие статические и динамические свойства электрических приводов.

Минимум содержания образовательной программы в соответствии с ФГОС  
направление – Электроэнергетика и электротехника

Моделирование в технике

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях соответствующих разделов ранее изучаемых дисциплин: Физики, высшей математике, теории автоматического управления, электрических машин и электрический привод.

**Краткое содержание дисциплины:**

Данная дисциплина входит в раздел обязательных дисциплин вариативной части ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника». Дисциплина «Моделирование в технике» объединяет ранее полученные знания из дисциплин «Математика» (разделы Дифференциальное исчисление, Интегральное исчисление), «Теоретические основы электротехника», «Электропривод», «Теория автоматического управления» в единое целое, необходимое для понимания математического моделирования.

Данный курс является основополагающим для данного направления и должен быть изучен наиболее полно. Без понимания сущности физических явлений, а также математического моделирования в технике, невозможны, производить анализ режимов работы для точного проектирования, изготовления, эксплуатация электропривода.

В результате изучения дисциплины студенты приобретают знания, умения и определенный опыт, необходимые для изучения специальных электротехнических дисциплин, теоретического и экспериментального исследования, и дальнейшей профессиональной деятельности.

## 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>Способность участвовать в разработке организационно-технической документации, выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов. (ОПК-8); готовностью работать с программными продуктами общего и специального назначения для моделирования месторождений твердых полезных ископаемых, технологий эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных (ПК-22).</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Формы представления математических моделей объектов и систем управления (ОПК-8);</li> <li>- Методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления (ОПК-8);</li> <li>-- основные понятия, факты, концепции, принципы теорий естественных наук, математики и информатики;</li> <li>- базовый математический аппарат, связанный с прикладной математикой и информатикой;</li> <li>- принципы сбора, отбора и обобщения информации</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Применять методы получения математических моделей объектов автоматизации и управления (ОПК-8);</li> <li>- Формулировать требования к свойствам систем (ОПК-8);</li> <li>- Проводить сравнительный анализ свойств динамических систем (ОПК-8);</li> <li>- Проверять устойчивость систем (ОПК-8);</li> <li>- выполнять стандартные действия, решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук;</li> <li>- понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач;</li> <li>- соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основами решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления (ОПК-8) математическим дисциплинам;</li> <li>- навыками решения практических задач, базовыми знаниями естественных наук, математики и информатики, связанными с прикладной математикой и информатикой;</li> </ul> <p><b>Иметь представление:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Об основных свойствах различных классов динамических систем.</li> <li>- О способах коррекции свойств замкнутых систем.</li> <li>- Об испытаниях и эксплуатации систем управления.</li> </ul> <p><b>Иметь опыт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Анализа и синтеза линейных систем автоматического управления любой сложности, используя современные аналитические методы и метод структурного моделирования в компьютерной программе Simulink / Simulink/ «Electronics Workbench 5.12» (ОПК-8).</li> </ul>

### 1.3. Место дисциплины структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля) практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.ДВ.04.02	Моделирование в технике	7	Высшая математика, физика, электроника, теория цепей, программирование, электрические машины, электрический привод, преобразовательная техника, микропроцессорная техника	Системы управления электроприводами

### 1.4. Язык преподавания русский

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

Выписка из учебного плана (гр. С-ЭФ-17):

<b>Код и название дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.В.ДВ.04.02 Моделирование в технике</b>	
Курс изучения	4	
Семестр(ы) изучения	7	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	4 ЗЕТ	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	144	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	51	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	16	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	-	-
- лабораторные работы	32	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	3	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	57	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	36	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Введение. Роль математических методов и вычислительной техники в решении задач исследования технических систем. Современные методы моделирования и программные средства для исследования технических систем. Особенности математического моделирования при анализе физических объектов и элементов технических систем.	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4 (ТР)
Основы аналитического моделирования элементов технических систем. Общие принципы формирования математических моделей элементов технических систем. Методы построения математических моделей электромеханических систем и преобразователей. Взаимосвязь моделей элементов технических систем, представленных во временном, операторном пространствах и частотной области. Частотные и переходные характеристики.	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	8(ТР)
Моделирование технических систем с использованием специальных программных средств. Алго-	16	2	-	-	-	4	-	-	-	1	4(ТР), 5(ЛР)

ритмы цифрового моделирования элементов технических систем, представленных дифференциальными и разностными уравнениями. Моделирование переходных и установившихся режимов.											
Составление уравнений моделей технических систем. Определение пространства состояний технических систем. Запись моделей элементов технических систем в форме Коши.	15	2	-	-	-	4	-	-	-	-	4(ТР), 5(ЛР)
Линеаризация уравнений моделей технических систем. Методы линеаризации нелинейных скалярных и векторно-матричных уравнений, описывающих динамические процессы в технических элементах и системах.	15	2	-	-	-	6	-	-	-	-	4(ТР), 5(ЛР)
Исследование технических систем на основе структурных схем. Представление дифференциального уравнения одномерной и многомерной технической системы в виде структурной схемы. Уравнения обобщенного электромеханического преобразователя и методы их решения.	18	2	-	-	-	6	-	-	-	2	4(ТР), 4(ЛР)
Взаимосвязь векторно-матричного дифференциального уравнения и матричной передаточной функции, описывающих свойства технических систем.	13	2	-	-	-	6	-	-	-	-	2(ТР), 3(ЛР)
Моделирование дискретных и цифровых технических систем. Математические критерии управляемости и наблюдаемости непрерывных и дискретных технических систем	13	2				6					2(ТР), 3(ЛР)
Контрольная работа	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12(КР)
<b>Экзамен</b>	36										36
<b>Всего часов за семестр</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	-	-	-	<b>32</b>	-	-	-	<b>3</b>	<b>57 (36)</b>

Примечание: ПР- оформление и подготовка к защите; ТР- теоретическая подготовка; КР – выполнение контрольной работы; НИРС, ргр – расчетно-графическая работа

### **Тема 1. Введение. Предмет. Основные понятия.**

Основные термины, понятия и определения. Роль математических методов и вычислительной техники в решении задач исследования технических систем. Современные методы моделирования и программные средства для исследования технических систем. Особенности математического моделирования при анализе физических объектов и элементов технических систем.

### **Тема 2. Основы аналитического моделирования элементов технических систем.**

Общие принципы формирования математических моделей элементов технических систем. Методы построения математических моделей электромеханических систем и преобразователей. Взаимосвязь моделей элементов технических систем, представленных во временном, операторном пространствах и частотной области. Частотные и переходные характеристики.

### **Тема 3. Моделирование технических систем с использованием специальных программных средств.**

Подготовка исходного математического описания и структурных схем к решению задач моделирования в программном пакете SIMULINK. Изучение возможностей SIMULINK. Алгоритмы цифрового моделирования элементов технических систем, представленных дифференциальными и разностными уравнениями. Моделирование переходных и установившихся режимов. Моделирование технических систем с использованием специальных программных средств. Моделирование работы двигателя постоянного тока.

### **Тема 4. Составление уравнений моделей технических систем.**

Определение пространства состояний технических систем. Запись моделей элементов технических систем в форме Коши. Модели электромеханических систем и преобразователей различных типов на основе обобщенных матричных уравнений.

### **Тема 5. Линеаризация уравнений моделей технических систем.**

Методы линеаризации нелинейных скалярных и векторно-матричных уравнений, описывающих динамические процессы в технических элементах и системах. Линеаризация элементов, представленных графическими характеристиками.

### **Тема 6. Исследование технических систем на основе структурных схем.**

Представление дифференциального уравнения одномерной и многомерной технической системы в виде структурной схемы. Получение передаточной функции системы на основе уравнений в пространстве состояний. Уравнения обобщенного электромеханического преобразователя и методы их решения. Взаимосвязь векторно-матричного дифференциального уравнения и матричной передаточной функции, описывающих свойства технических систем. Линейные и нелинейные модели технических систем.

### **Тема 7. Моделирование дискретных и цифровых технических систем.**

Моделирование сложных переходных процессов в электромеханических преобразователях и электромеханических системах. Математические критерии управляемости и наблюдаемости непрерывных и дискретных технических систем. Моделирование дискретных и цифровых технических систем. Моделирование работы автономного инвертора напряжения.

## **4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине**

### **4.1 Содержание СРС**

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Особенности математического моделирования при анализе физических объек-		4	Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС)

<sup>2</sup> Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).



	тов и элементов технических систем.			
2	Взаимосвязь моделей элементов технических систем, представленных во временном, операторном пространствах и частотной области.		8	Анализ теоретического материала (внеаудит.СРС)
3	Моделирование технических систем с использованием специальных программных средств.	Подготовка и выполнение лабораторных работ	9	Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС)
4	Составление уравнений моделей технических систем.		9	Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС)
5	Линеаризация уравнений моделей технических систем.		9	Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС)
6	Исследование технических систем на основе структурных схем		8	Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС)
7	Взаимосвязь векторно-матричного дифференциального уравнения и матричной передаточной функции, описывающих свойства технических систем.		5	Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС)
8	Моделирование дискретных и цифровых технических систем		5	Анализ теоретического материала (внеаудит.СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС)
9	Контрольная работа		Выполнение контрольной работы	12
	<b>Итого 7 семестр</b>		<b>57</b>	

#### 4.2. Лабораторные работы:

*Разделы (содержание) дисциплины, виды учебной работы, формы и сроки текущего контроля успеваемости студента*

Таблица 2

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, часов					Итого	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек.	Лаб	Пр.	СРС	Итого		
1.	Моделирование технических систем с использованием специальных программных средств.	7	1-4	2	4	-	10	16	Лабораторная работа №1 «Подготовка исходного математического описания и структурных схем к решению задач моделирования в программном пакете SIMULINK.»	

2.	Составление уравнений моделей технических систем. Определение пространства состояний технических систем.	7	4-5	2	4	-	9	15	Лабораторная работа №2 «Модели электромеханических систем и преобразователей различных типов на основе обобщенных матричных уравнений»
3.	Линеаризация уравнений моделей технических систем. Методы.	7	6-7	4	6	-	11	15	Лабораторная работа №3 «Линеаризация элементов, представленных графическими характеристиками.»
4.	Исследование технических систем на основе структурных схем Представление дифференциального уравнения одномерной и многомерной технической системы в виде структурной схемы.	7	8-9	4	6		11	18	Лабораторная работа №4 «Получение передаточной функции системы на основе уравнений в пространстве состояний.»
5.	Взаимосвязь векторно-матричного дифференциального уравнения и матричной передаточной функции, описывающих свойства технических систем.	7	10-13	2	6		9	13	Лабораторная работа №5 «Линейные и нелинейные модели технических систем.»
6.	Моделирование дискретных и цифровых технических систем. Математические критерии управляемости и наблюдаемости непрерывных и дискретных технических систем	7	14-16	2	6		9	13	Лабораторная работа №6 «Моделирование сложных переходных процессов в электромеханических преобразователях и электромеханических системах.»
Итого				16	32	-	57	144	

*Лабораторная работа №1 «Подготовка исходного математического описания и структурных схем к решению задач моделирования в программном пакете SIMULINK.»*

*Лабораторная работа №2*

*«Модели электромеханических систем и преобразователей различных типов на основе обобщенных матричных уравнений»*

*Лабораторная работа №3 «Линеаризация элементов, представленных графическими характеристиками.»*

*Лабораторная работа №4 «Получение передаточной функции системы на основе уравнений в пространстве состояний.»*

*Лабораторная работа №5 «Линейные и нелинейные модели технических систем.»*

*Лабораторная работа №6 «Моделирование сложных переходных процессов в электромеханических преобразователях и электромеханических системах.»*

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студент график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

#### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения лабораторной работы	Количество набранных баллов
ОПК-8; ПК-22	<p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы</i> подразумевающий, что теоретический материал, изложен в объеме, необходимом для выполнения лабораторной работы; сформулированы цели и задачи, требующие решения в ходе выполнения лабораторной работы; приведены необходимые схемы, формулы и соотношения, решены предложенные задачи; обозначена последовательность выполнения лабораторной работы, с соблюдением правил техники безопасности.. <i>Лабораторная работа выполнена в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы со знанием символики, понимания терминологии. На дату защиты предоставлен отчет</i> по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области, логично и грамотно изложены умозаключения и выводы.</p>	6-8 б.
	<p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. На дату защиты (или в срок не позднее 3 дней от даты защиты) предоставлен отчет</i> по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации</p>	5б.

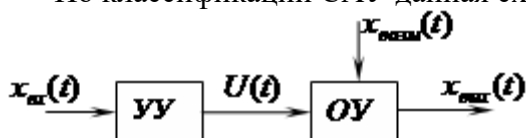
	(ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены неточности, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.	
	<i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, соблюдены требования правил техники безопасности. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. Отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования, предоставлен не в срок. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены ошибки, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</i>	4 б.
	<p>При получении допуска к выполнению лабораторной работы ответы выявили незнание студентом определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенным на практических занятиях, т.е. уровень знаний не позволяет ему провести опыт, необходимые расчеты, или использовать полученные данные для формулировки выводов.</p> <p>Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p> <p><i>или</i></p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p><i>или</i></p> <p>Отказ от ответа</p>	0 б.

### Тема контрольной работы: «Исследование САУ»

#### Пример тестовых заданий

#### 1. Отметьте правильный ответ

По классификации САУ данная схема относится к:



- замкнутой системе.
- разомкнутой системе.
- системе с принципом управления по отклонению
- системе с компенсацией возмущения

#### 2. Отметьте правильный ответ

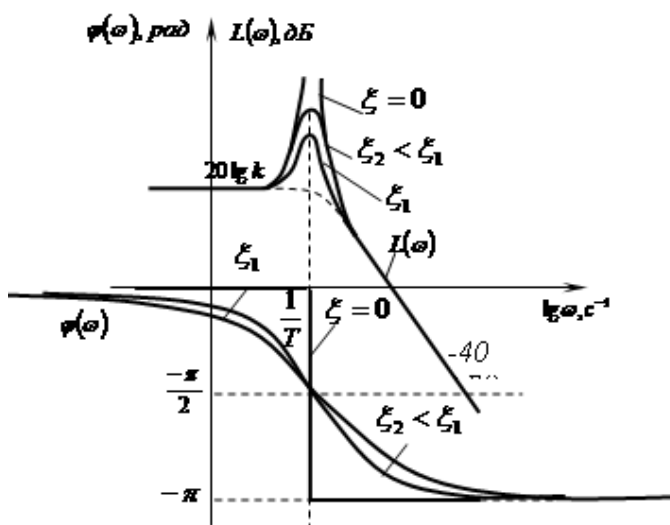
Единичное ступенчатое воздействие (*единичная ступенчатая функция, функция Хевисайда*) – это воздействие, которое мгновенно возрастает и далее остается неизменным и может быть описано следующим выражением:

- $\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{при } t = 0, \\ 0 & \text{при } t \neq 0. \end{cases}$
- $1(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ 1 & \text{при } t \geq 0. \end{cases}$
- $h(t) = \int_0^t w(t) dt$
- $h(t) = L^{-1} \left\{ \frac{W(p)}{p} \right\}.$

### Отметьте правильный ответ

Логарифмические амплитудно- и фазо- частотные характеристики звеньев

- колебательного и апериодического II порядка
- консервативного и колебательного
- апериодического II порядка и консервативного
- форсирующего и колебательного



### Контрольные вопросы

1. Роль математических методов и вычислительной техники в решении задач исследования технических систем.
2. Современные методы моделирования и программные средства для исследования технических систем.
3. Особенности математического моделирования при анализе физических объектов и элементов технических систем.
4. Общие принципы формирования математических моделей элементов технических систем.
5. Методы построения математических моделей электромеханических систем и преобразователей.
6. Взаимосвязь моделей элементов технических систем, представленных во временном, операторном пространствах и частотной области.
7. Частотные и переходные характеристики.
8. Подготовка исходного математического описания и структурных схем к решению задач моделирования в программном пакете SIMULINK.
9. Алгоритмы цифрового моделирования элементов технических систем, представленных дифференциальными и разностными уравнениями.
10. Моделирование переходных и установившихся режимов.
11. Составление уравнений моделей технических систем

12. Линеаризация уравнений моделей технических систем
13. Определение пространства состояний технических систем.
14. Запись моделей элементов технических систем в форме Коши.
15. Модели электромеханических систем и преобразователей различных типов на основе обобщенных матричных уравнений.
16. Методы линеаризации нелинейных скалярных и векторно-матричных уравнений, описывающих динамические процессы в технических элементах и системах.
17. Линеаризация элементов, представленных графическими характеристиками.
18. Исследование технических систем на основе структурных схем
19. Моделирование дискретных и цифровых технических систем
20. Представление дифференциального уравнения одномерной и многомерной технической системы в виде структурной схемы.
21. Получение передаточной функции системы на основе уравнений в пространстве состояний.
22. Уравнения обобщенного электромеханического преобразователя и методы их решения.
23. Взаимосвязь векторно-матричного дифференциального уравнения и матричной передаточной функции, описывающих свойства технических систем.
24. Линейные и нелинейные модели технических систем.
25. Моделирование сложных переходных процессов в электромеханических преобразователях и электромеханических системах.
26. Математические критерии управляемости и наблюдаемости непрерывных и дискретных технических систем.

#### Критерии оценки контрольной

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ОПК-8; ПК-22	Работа выполнена в соответствии с заданием, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	226
	Работа выполнена в соответствии с заданием, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	186
	В работе сделаны незначительные ошибки в расчетах. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Графическая часть имеет отступления от ГОСТов.	136.
	Работа имеет значительные недочеты в расчетах и выборе справочных данных. Присутствуют фрагментарность, не-	Не оценивается

	логичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины. Графическая часть не соответствует ГОСТу.	
--	--	--

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Моделирование в технике», включающий методические указания для обучающихся по освоению дисциплины <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=4506>

#### Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Выполнение и защита лабораторных работ	50ч.	24	8*6=48 баллов	Защита лабораторных работ
3	Контрольная работа	10час.	13б.	22б.	
4	Экзамен	36ч.		30б.	
4	<b>Итого</b>	<b>60ч.+36ч.экз.</b>	<b>37</b>	<b>100</b>	

### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ОПК-8, ПК-22	Знать: - Формы представления математических моделей объектов и систем управления (ОПК-8); - Методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления (ОПК-8); -Работу над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов (ПК-22); готовностью участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления (ПК-22). Уметь: - Применять методы полу-	Высокий	Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи.  Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.  Логика и последовательность изложения имеют некоторые нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент частично способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют убедительные выводы. Умение раскрыть	отлично

	<p>чения математических моделей объектов автоматизации и управления (ОПК-8);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Формулировать требования к свойствам систем (ОПК-8);</li> <li>- Проводить сравнительный анализ свойств динамических систем (ОПК-8);</li> <li>- Проверять устойчивость систем (ОПК-8);</li> <li>- Проводить расчет корректирующих звеньев для обеспечения заданных свойств систем автоматического управления (ПК-8).</li> </ul> <p>-Собирать и анализировать исходные данные для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации (ПК-22)</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основами анализа и синтеза систем автоматического управления (ПК-22)</li> <li>- Основами решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления (ОПК-8)</li> </ul> <p>Иметь представление:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Об основных свойствах различных классов динамических систем.</li> <li>- О способах коррекции свойств замкнутых систем.</li> <li>- Об испытаниях и эксплуатации систем управления.</li> </ul> <p>Иметь опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Анализа и синтеза линейных систем автоматического управления любой сложности, используя современные аналитические методы и метод структурного моделирования в компьютерной программе Simulink / MatLab / «Electronics Workbench 5.12» (ОПК-8).</li> </ul>		<p>значение обобщенных знаний вызывает незначительные трудности. Речевое оформление требует правок, коррекции.</p>	
		Базовый	<p>Даны полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, показано умение выделить существенные и несущественные недочеты. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по дисциплине.</p> <p>Практические работы выполнены согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, не меняющие суть решений, оформление измерений и вычислений в соответствии с техническими требованиями.</p> <p>Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p>	хорошо
		Минимальный	<p>Даны недостаточно полные и недостаточно развернутые ответы. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Недостаточно верно используется профессиональная терминология.</p> <p>Лабораторные работы выполнены согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, исправленные в процессе ответа, оформление измерений и вычислений также имеют отклонения от технических требований. Допущены 4-5 ошибок различных типов, в целом соответствует нормативным требованиям.</p>	удовлетворительно
Не освоены	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа сту-</p>	неудовлетворительно		



			дента. или Ответ на вопрос полностью отсутствует или Отказ от ответа	
--	--	--	---	--

## 6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

**7 семестр - экзамен** по дисциплине «Моделирование в технике» проводится в форме собеседования по экзаменационным билетам.

Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание, направленное на выявление уровня форсированности компетенции (ПК-22, ОПК-8).

### Вопросы к экзамену:

Экзамен проводится в форме собеседования в котором студент показывает достаточные знания по теоретическим положениям и методам теории автоматического управления; также структуры, характеристик, реализации типовых звеньев и регуляторов.

Перечень теоретических вопросов: Перечень вопросов к экзамену

1. Роль математических методов и вычислительной техники в решении задач исследования технических систем.
2. Современные методы моделирования и программные средства для исследования технических систем.
3. Особенности математического моделирования при анализе физических объектов и элементов технических систем.
4. Общие принципы формирования математических моделей элементов технических систем.
5. Методы построения математических моделей электромеханических систем и преобразователей.
6. Взаимосвязь моделей элементов технических систем, представленных во временном, операторном пространствах и частотной области.
7. Частотные и переходные характеристики.
8. Подготовка исходного математического описания и структурных схем к решению задач моделирования в программном пакете SIMULINK.
9. Алгоритмы цифрового моделирования элементов технических систем, представленных дифференциальными и разностными уравнениями.
10. Моделирование переходных и установившихся режимов.
11. Определение пространства состояний технических систем.
12. Запись моделей элементов технических систем в форме Коши.
13. Модели электромеханических систем и преобразователей различных типов на основе обобщенных матричных уравнений.
14. Методы линеаризации нелинейных скалярных и векторно-матричных уравнений, описывающих динамические процессы в технических элементах и системах.
15. Линеаризация элементов, представленных графическими характеристиками.
16. Представление дифференциального уравнения одномерной и многомерной технической системы в виде структурной схемы.
17. Получение передаточной функции системы на основе уравнений в пространстве состояний.
18. Уравнения обобщенного электромеханического преобразователя и методы их решения.
19. Взаимосвязь векторно-матричного дифференциального уравнения и матричной передаточной функции, описывающих свойства технических систем.
20. Линейные и нелинейные модели технических систем.
21. Моделирование сложных переходных процессов в электромеханических преобразователях и электромеханических системах.

22. Математические критерии управляемости и наблюдаемости непрерывных и дискретных технических систем.

### Критерии оценки экзамена

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
	<p><b>Теоретические вопросы</b>  Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> <p><b>Практический вопрос</b>  Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.</p>	30 б.
ОПК-8	<p><b>Теоретические вопросы</b>  Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p> <p><b>Практический вопрос</b>  Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.</p>	24 балла
ПК-22	<p><b>Теоретические вопросы</b>  Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний удовлетворительно.</p> <p><b>Практический вопрос</b>  Задача решена в соответствии с алгоритмом, однако при решении задачи возникают трудности в выборе необходимых справочных данных.</p>	18 баллов
	<p><b>Теоретические вопросы</b>  Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется.</p> <p><b>Практический вопрос</b>  Отсутствует решение задачи.  или  Ответ на вопрос полностью отсутствует  или  Отказ от ответа</p>	пересдача экзамена

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

<b>Характеристики процедуры</b>	<b>Б1.В.ДВ.02.02 Моделирование в технике</b>
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ОПК-8, ПК-22
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2017 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 4 курса
Период проведения процедуры	зимняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	Специальные оборудованные помещения с лабораторными стендами, отвечающими требованиям освоения дисциплины в полном объеме
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме по билетам или в форме тестирования. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку – 1 астрономический час.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.1. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Библиотека ТИ (Ф) СВФУ, кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)	Количество студентов
Основная литература <sup>3</sup>					
1	Моделирование электротехнических устройств [Электронный ресурс] И.И. Алиев, И.А. Гурина Учебно-методическое пособие Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2013. — 45 с. — 2227-8397.	УМО		<a href="http://www.iprbookshop.ru/27206.html2">http://www.iprbookshop.ru/27206.html2</a> .	18
	Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink [Электронный ресурс] И.В. Черных Практическое руководство Саратов: Профобразование, 2017. — 288 с. — 978-5-4488-0085-6.	УМО		<a href="http://www.iprbookshop.ru/63804.html2">http://www.iprbookshop.ru/63804.html2</a>	18
Дополнительная литература					
1	Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс] Черняева С.Н. Денисенко В.В. Учебное пособие Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 96 с. — 978-5-00032-180-5.			<a href="http://www.iprbookshop.ru/50630.html">http://www.iprbookshop.ru/50630.html</a>	18
2	Моделирование электротехнических устройств [Электронный ресурс] И.А. Гурина Учебно-методическое пособие Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014. — 34 с. — 2227-8397			<a href="http://www.iprbookshop.ru/27205.html">http://www.iprbookshop.ru/27205.html</a>	18
3	Бесекерский В.А. и др. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1978. – 512 с.				18
4	Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование.-М.: Машиностроение, 1973.-608 с.				18

<sup>3</sup> Рекомендуется указывать не более 3-5 источников (с грифами).

5	Теория автоматического управления. В двух частях./ Под ред. А.А. Воронова. – М.: Высшая школа. 1986. - 844 с.				18
6	Юревич Е.А. Теория автоматического управления. – Л.: Энергия, 1975. - 416 с.				18
Периодические издания					
	Электромеханика				
	Электроника				
	Электротехника				
Методические разработки вуза					
1	Земская О.П. Электронный учебник по ЕWB: ТИ (ф) ЯГУ 2003.	ТИ (ф) СВФУ	50		18
2	Киушкина В.Р., Старостина Л.В. Учебно-методическое-пособие по самостоятельным, расчетно-графическим и индивидуальным работам по дисциплине «Теория автоматического управления». - Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2014 – 60с.	ТИ (ф) СВФУ	50		18
3	Киушкина В.Р. Учебно-методическое-пособие для студентов электроэнергетических и электротехнических направлений. Самостоятельная работа студентов - рекомендации. – Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2015 – 46с.	ТИ (ф) СВФУ	50		18
4	Киушкина В.Р. Учебно-методическое-пособие для студентов электроэнергетических и электротехнических направлений. Самостоятельная работа студентов - рекомендации. (РАЗДЕЛ. Программное обеспечение в инженерных задачах) – Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2015 – 46с.	ТИ (ф) СВФУ	50		18

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

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle».
- Электронные презентационные плакаты. Автоматизированные системы управления на основе микропроцессорных технологий

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

- 1) Электронная научная библиотека, IPRbooks <http://www.IPRbooks.ru>
- 2) Электронная библиотека Лань [www.lanbook.com](http://www.lanbook.com)

3) Электрораборатория, <http://www.yanviktor.narod.ru>

### 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

лекции и практические занятия проводятся в учебных аудиториях с использованием мультимедийных средств для представления презентаций лекций;

- лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе с требуемым программным обеспечением:

1. Программа схемотехнического моделирования EWB 5.12.
2. Пакеты моделирования динамических систем Simulink
3. Пакеты программ для математических расчетов MathCad.

№ п/п	Виды учебных занятий*	Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень оборудования
1.	Лабораторные работы	Кабинеты ауд №510	Ноутбук HP Compaq 1.86/512/80/DVD-RW/Wifi (1 шт.), осциллограф С-1-117 (1 шт.), проектор NEC Projector NP40G (1 шт.), тип.комп. учеб оборуд "Электрические аппараты" исполнение стендовое (1 шт.), тип.комп.учебного оборуд "Программирование микроконтроллеров" ПМ (1 шт.), тип.комп. учебного оборудования "Основы цифровой техники" исполнение моноблочное (1 шт.), типовой комплект уч.оборуд "Электрические измерения и основы метрологии" наст.ва (1 шт.), экран Projecta SlimScreen 160x160см Mattle White S (1 шт.), комплект мебели (14 шт.), стол письменный (1 шт.), стул (1 шт.), доска (1 шт.), трибуна (1 шт.).
2.	Лекция, контрольная работа	Кабинеты №А510	Ноутбук HP Compaq 1.86/512/80/DVD-RW/Wifi (1 шт.), осциллограф С-1-117 (1 шт.), проектор NEC Projector NP40G (1 шт.), тип.комп. учеб оборуд "Электрические аппараты" исполнение стендовое (1 шт.), тип.комп.учебного оборуд "Программирование микроконтроллеров" ПМ (1 шт.), тип.комп. учебного оборудования "Основы цифровой техники" исполнение моноблочное (1 шт.), типовой комплект уч.оборуд "Электрические измерения и основы метрологии" наст.ва (1 шт.), экран Projecta SlimScreen 160x160см Mattle White S (1 шт.), комплект мебели (14 шт.), стол письменный (1 шт.), стул (1 шт.), доска (1 шт.), трибуна (1 шт.).

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

### **10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине<sup>4</sup>**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

### **10.2. Перечень программного обеспечения**

- Math Works-SIMULINK, Simulink 2013b, ZOOM.

### **10.3. Перечень информационных справочных систем**

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F\\_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F)

---

<sup>4</sup>В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

