



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Моделирование рабочих процессов

направление подготовки/специальность 15.03.03 Прикладная механика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - дать студентам представление об общих идеях и практических методах моделирования таких сложных систем, как транспортно-технологические машины и оборудование. Это необходимо для оценки показателей их эффективности, надежности, а также принятия оптимальных решений на стадиях конструирования, изготовления и эксплуатации.

Задачами освоения дисциплины являются: ознакомление студентов с методами моделирования рабочих процессов; освоение теории и методов математического моделирования с учетом требований системности с использованием различных программных продуктов; освоение навыков организации моделирования систем на современных средствах вычислительной техники, в том числе с применением систем трехмерного моделирования; умение анализировать модель на ее адекватность.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов	ПК(Ц)-1.1 Выполняет сбор исходных данных для разработки цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов на стадиях жизненного цикла, установленных в техническом задании	знает Виды и типы исходных данных, необходимых для разработки цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов. умеет Собирать и анализировать исходные данные для разработки цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов. владеет Методами сбора и формирования банка исходных данных для разработки цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов.
ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов	ПК(Ц)-1.2 Разрабатывает цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов в соответствии с техническим заданием	знает Виды цифровых моделей наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов в соответствии с техническим заданием, а также методы их построения. умеет Выполнять построение цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов в соответствии с техническим заданием. владеет Методами построения различных видов цифровых моделей наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов в соответствии с техническим заданием.

<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов</p>	<p>ПК(Ц)-1.3 Проводит процедуры верификации и валидации цифровой модели</p>	<p>знает Методы верификации и валидации цифровой модели.</p> <p>умеет Использовать инструментарий программных комплексов в целях верификации и валидации цифровой модели.</p> <p>владеет Методами и процедурами верификации и валидации цифровой модели с использованием различных программных продуктов.</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов</p>	<p>ПК(Ц)-1.4 Проводит оценку соответствия разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов требованиям технического задания</p>	<p>знает Методы оценки соответствия разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов требованиям технического задания на всех этапах проектирования.</p> <p>умеет Оценивать соответствие разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов требованиям технического задания в процессе выполнения построения модели путем задания граничных условий.</p> <p>владеет Навыками построения моделей с использованием параметрического проектирования с целью обеспечения соответствия разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов требованиям технического задания.</p>

<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов</p>	<p>ПК(Ц)-1.5 Формирует проектную документацию по разделу из цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов</p>	<p>знает Методы формирования проектной документации по разделу из цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов.</p> <p>умеет Использовать инструментарий программных комплексов с целью формирования проектной документации по разделу из цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов.</p> <p>владеет Навыками формирования проектной документации по разделу из цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов.</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов</p>	<p>ПК(Ц)-1.6 Подготавливает и передает цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов в формате, указанном в техническом задании</p>	<p>знает Форматы, применяемые при формировании цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов, способы их конвертации и передачи.</p> <p>умеет Конвертировать и формировать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов в формате, указанном в техническом задании.</p> <p>владеет Методами конвертации и формирования цифровой модели наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов в формате, указанном в техническом задании.</p>
<p>ПК-1 Способен разрабатывать конструкцию наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов с учетом современных технологий изготовления, сборки и законодательных требований</p>	<p>ПК-1.1 Проводит поисковые исследования по созданию наземной транспортно-технологической машины и (или) ее компонентов</p>	<p>знает Методы поиска и анализа существующих конструкций наземных транспортно-технологических машин и (или) ее компонентов.</p> <p>умеет Собирать и анализировать существующие конструкции наземных транспортно-технологических машин и (или) ее компонентов.</p> <p>владеет Навыками сбора, анализа и классификации существующих конструкций наземных транспортно-технологических машин и (или) ее компонентов.</p>

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.14 основной профессиональной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
2	Детали машин и основы конструирования	ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-5.1
3	Программные системы инженерного анализа	ПК-4.5, ПК(Ц)-1.1

Высшая математика

Знать: фундаментальные основы высшей математики.

Уметь: выявлять проблему, анализировать её и решать с помощью построения цепочки логических выводов, используя полученные математические знания.

Владеть: первичными навыками и основными методами решения математических задач из дисциплин профессионального цикла и дисциплин профильной направленности.

Детали машин и основы конструирования

Знать: физические основы взаимодействия элементов механических систем.

Уметь: выполнять типовые рас-четы механических передач, подшипников, муфт, пружин, болтов, винтов, сварных и резьбовых соединений.

Владеть: методами расчета де-талей машин с учётом требований надёжности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности.

Программные системы инженерного анализа

Знать: основные современные системы компьютерной математики, их возможности и специфику.

Уметь: решать основные задачи линейной алгебры и математического анализа в каждой из систем.

Владеть: навыками применения пакетов прикладных программ по моделированию,

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Прикладные задачи вычислительной механики	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3

2	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	<p>УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-10.4, УК-10.5, УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-1.7, ПК-1.8, ПК-1.9, ПК-1.10, ПК-1.11, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-4.5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-6.4, ПК-6.5, ПК-6.6, ПК-6.7, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3, ПК-7.4, ПК-7.5, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3, ПК-8.4, ПК-8.5, ПК-8.6, ПК-8.7, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6, ПК(Ц)-2.1, ПК(Ц)-2.2, ПК(Ц)-2.3, ПК(Ц)-2.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-5.6</p>
---	--	---

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

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			7
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	6	32
Иная контактная работа, в том числе:			
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача			
Часы на контроль	4		4
Самостоятельная работа (СР)	56		56
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	108		108
зачетные единицы:	3		3

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

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Модели на основе классической механики										
1.1.	Моделирование гидрообъемной трансмиссии.	7	2		4			6	12	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	
1.2.	Построение модели взаимодействия рабочего органа землеройной технологической машины со средой.	7	2		4			10	16	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	
1.3.	Построение модели работы энергетической машины в зависимости от внешней нагрузки и модели движителя.	7	2		4			8	14	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	
1.4.	Построение модели технологической машины.	7	2		8	6		8	18	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	

4.1.	Зачет	7								4	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6
------	-------	---	--	--	--	--	--	--	--	---	--

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
1	Моделирование гидрообъемной трансмиссии.	Моделирование гидрообъемной трансмиссии. Построение параметрической модели с использованием различных программных продуктов: MATLAB (Simulink), ANSYS, КОМПАС 3D и др. Модели классической механики, необходимые для построения модели гидрообъемной трансмиссии.									
2	Построение модели взаимодействия рабочего органа землеройной технологической машины со средой.	Построение модели взаимодействия рабочего органа землеройной технологической машины со средой Построение параметрической модели взаимодействия рабочих органов землеройной технологической машины со средой на основе известных зависимостей, полученных на основе классической механики в средах КОМПАС 3D (Механика: Анимация, APM FEM), MATLAB (Simulink), ANSYS.									
3	Построение модели работы энергетической машины в зависимости от внешней нагрузки и модели движителя.	Работа двигателя внутреннего сгорания и математические модели ее описывающие Построение параметрической модели работы дизельного двигателя транспортно-технологической машины в зависимости от внешней нагрузки с использованием пакета прикладных программ									
4	Построение модели технологической машины.	Построение модели технологической машины Построение параметрической модели землеройной технологической машины с использованием ранее полученных моделей с использованием программных продуктов КОМПАС 3D (Механика: Анимация, APM FEM, KompasFlow, библиотеки стандартных изделий), MATLAB (Simulink), ANSYS.									
5	Моделирование процесса дробления горных пород вибрационными машинами.	Моделирование процесса дробления горных пород Моделирование процесса дробления горных пород вибрационными дробилками, с использованием реологических представлений о взаимодействии рабочих органов технологических машин со средой.									
6	Моделирование процесса вибротранспортирования сыпучих сред.	Моделирование процесса вибротранспортирования сыпучих сред Моделирование процесса вибротранспортирования сыпучих сред, с использованием реологических представлений о взаимодействии рабочих органов технологических машин со средой.									
7	Моделирование транспортной и расстановочной задач	Моделирование транспортной и расстановочной задач Моделирование транспортной задачи методом линейного программирования с использованием MATLAB (Simulink).									
8	Построение регрессионных	Построение регрессионных моделей Построение регрессионных моделей с использованием программных									

	моделей	продуктов MATLAB (Simulink).
--	---------	------------------------------

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Моделирование гидрообъемной трансмиссии.	Моделирование гидрообъемной трансмиссии. Построение параметрической модели гидрообъемной трансмиссии технологической машины на основе известных зависимостей, полученных на основе классической механики с использованием программного продукта MATLAB (Simulink), ANSYS, КОМПАС 3D (KompasFlow)
2	Построение модели взаимодействия рабочего органа землеройной технологической машины со средой.	Построение модели взаимодействия рабочего органа землеройной технологической машины со средой Построение параметрической модели взаимодействия рабочего органа со средой с использованием программных продуктов КОМПАС 3D (Механика: Анимация, APM FEM), MATLAB (Simulink), ANSYS.
3	Построение модели работы энергетической машины в зависимости от внешней нагрузки и модели движителя.	Построение модели работы энергетической машины в зависимости от внешней нагрузки и модели движителя Построение параметрической модели работы дизельного двигателя транспортно-технологической машины в зависимости от внешней нагрузки по заданиям преподавателя. Построение модели производится в программных продуктах КОМПАС 3D (Механика: Анимация, APM FEM, KompasFlow), MATLAB (Simulink) или (и) Ansys.
4	Построение модели технологической машины.	Построение модели технологической машины Построение параметрической модели землеройной технологической машины с использованием ранее полученных моделей с использованием программных продуктов КОМПАС 3D (Механика: Анимация, APM FEM, KompasFlow, библиотеки стандартных изделий), MATLAB (Simulink), ANSYS.
4	Построение модели технологической машины.	Практическая подготовка Построение модели технологической машины на основе полученных параметрических моделей
5	Моделирование процесса дробления горных пород вибрационными машинами.	Моделирование процесса дробления горных пород Моделирование процесса дробления горных пород вибрационными дробилками, с использованием реологических представлений о взаимодействии рабочих органов технологических машин со средой КОМПАС 3D (Механика: Анимация, APM FEM, Универсальный механизм Express), MATLAB (Simulink), ANSYS.
6	Моделирование процесса вибротранспортирования сыпучих сред.	Моделирование процесса вибротранспортирования сыпучих сред Моделирование процесса вибротранспортирования сыпучих сред, с использованием реологических представлений о взаимодействии рабочих органов технологических машин со средой с использованием программных продуктов КОМПАС 3D (Механика: Анимация, APM FEM, Универсальный механизм Express), MATLAB (Simulink), ANSYS.
7	Моделирование транспортной и расстановочной задач	Моделирование транспортной и расстановочной задач Моделирование транспортной задачи методом линейного программирования с использованием MATLAB (Simulink).
8	Построение регрессионных моделей	Построение регрессионных моделей Построение регрессионных моделей с использованием программных продуктов MATLAB (Simulink).

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Моделирование гидрообъемной трансмиссии.	Моделирование гидрообъемной трансмиссии. Изучение материалов лекции. Решение практических задач по моделированию.
2	Построение модели взаимодействия рабочего органа землеройной технологической машины со средой.	Построение модели взаимодействия рабочего органа землеройной технологической машины со средой Изучение материалов лекции. Решение практических задач по моделированию.
3	Построение модели работы энергетической машины в зависимости от внешней нагрузки и модели двигателя.	Построение модели работы энергетической машины в зависимости от внешней нагрузки и модели двигателя Изучение материалов лекции. Решение практических задач по моделированию.
4	Построение модели технологической машины.	Построение модели технологической машины Изучение материалов лекции. Решение практических задач по моделированию.
5	Моделирование процесса дробления горных пород вибрационными машинами.	Моделирование процесса дробления горных пород Изучение материалов лекции. Решение практических задач по моделированию.
6	Моделирование процесса вибротранспортирования сыпучих сред.	Моделирование процесса вибротранспортирования сыпучих сред Изучение материалов лекции. Решение практических задач по моделированию.
7	Моделирование транспортной и расстановочной задач	Моделирование транспортной и расстановочной задач Изучение материалов лекции. Решение практических задач по моделированию.
8	Построение регрессионных моделей	Построение регрессионных моделей Изучение материалов лекции. Решение практических задач по моделированию.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических, так как пропуск одного (тем более нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо, в первую очередь, ознакомиться с содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям.

При подготовке к практическим обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- подготовиться к текущей и промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет. Зачет проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия - устная с выполнением практического задания с использованием соответствующего программного обеспечения. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Моделирование гидрообъемной трансмиссии.	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	Решение типовых задач.
2	Построение модели взаимодействия рабочего органа землеройной технологической машины со средой.	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	Решение типовых задач.
3	Построение модели работы энергетической машины в зависимости от внешней нагрузки и модели движителя.	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	Решение типовых задач.
4	Построение модели технологической машины.	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	Решение типовых задач.
5	Моделирование процесса дробления горных пород вибрационными машинами.	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	Решение типовых задач.
6	Моделирование процесса вибротранспортирования сыпучих сред.	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4,	Решение типовых задач.

		ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	
7	Моделирование транспортной и расстановочной задач	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	Решение типовых задач.
8	Построение регрессионных моделей	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	Решение типовых задач.
9	Зачет	ПК-1.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Примерные задания для выполнения практических работ

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6, ПК-1.1

Задача 1

Выполнить построение модели трансмиссии с учетом действующих на машину нагрузок.

Варианты машин для проектирования:

1. Виброкаток;
2. Фронтальный огрузчик;
3. Экскаватор на гусеничном ходу;
4. Асфальтоукладчик;
5. Шагающий экскаватор;
6. Минитрактор;
7. Бульдозер на гусеничном ходу;
8. Автогрейдер;
9. Самоходный скрепер;
10. Рыхлитель;
11. Карьерный самосвал;
12. Автоэвакуатор;
13. Комбинированная дорожная машина;
14. Сочлененный самосвал;
15. Автогидроподъемник;
16. Поливомоечная машина.

Для каждой из машин необходимо рассмотреть различные условия работы и варианты нагружения.

Задача 2

Выполнить построение модели взаимодействия рабочего органа со средой для следующих машин (по вариантам):

1. Виброкаток;
2. Фронтальный огрузчик;
3. Экскаватор на гусеничном ходу;
4. Асфальтоукладчик;
5. Шагающий экскаватор;
6. Минитрактор;
7. Бульдозер на гусеничном ходу;
8. Автогрейдер;
9. Самоходный скрепер;
10. Рыхлитель;
11. Карьерный самосвал;
12. Автоэвакуатор;
13. Комбинированная дорожная машина;

14. Сочлененный самосвал;
15. Автогидроподъемник;
16. Поливомоечная машина.

Для каждой из машин необходимо учесть возможность работы с различными типами грунтов.

Задача 3

Выполнить построение модели работы дизельного двигателя наземных транспортно-технологических машин (по вариантам):

1. Виброкаток;
2. Фронтальный огрузчик;
3. Экскаватор на гусеничном ходу;
4. Асфальтоукладчик;
5. Шагающий экскаватор;
6. Минитрактор;
7. Бульдозер на гусеничном ходу;
8. Автогрейдер;
9. Самоходный скрепер;
10. Рыхлитель;
11. Карьерный самосвал;
12. Автоэвакуатор;
13. Комбинированная дорожная машина;
14. Сочлененный самосвал;
15. Автогидроподъемник;
16. Поливомоечная машина.

Построение модели произвести для различных условий движения.

Задача 4

Для указанных в задачах 1-3 машин построить параметрическую модель машины учитывающую особенности ее эксплуатации.

Построение произвести с учетом особенностей конструкции конкретной модели машины.

Задача 5

Выполнить построение модели дробления горных пород для следующих машин:

1. Щековая дробилка;
2. Конусная дробилка;
3. Молотковая дробилка;
4. Валковая дробилка;
5. Роторная дробилка.

Для каждой из указанных дробилок построение модели необходимо произвести для различных типов материалов.

Задача 6

Выполнить построение модели вибротранспортирования сыпучих сред на следующих вибрационных конвейерах (по вариантам):

1. Подвесной одномассовый конвейер;
2. Опертый одномассовый конвейер;
3. Двухмассовый динамически уравновешенный конвейер.

Для каждого из указанного конвейеров построение модели необходимо произвести для различных типов материалов.

Задача 7

Выполнить моделирование транспортной задачи на примере комплекта машин (по вариантам):

1. Экскаватор + автосамосвал;
2. Фронтальный погрузчик + сочлененный самосвал;

3. Автосамосвал + бульдозер;
4. Асфальтоукладчик + каток;
5. Автосамосвал + асфальтоукладчик;
6. Автобетоносмеситель + бетононасос;
7. Скрепер + бульдозер;
8. Снегоуборочная машина непрерывного действия + автосамосвал.

Построить параметрическую модель, позволяющая подобрать оптимальный комплект машин для выполнения данных операций.

Задача 8

Выполнить построение регрессионной модели рабочего процесса машины, по вариантам, указанным в задачах 1-4 с целью оптимизации рабочих процессов. При построении модели необходимо учесть данные расчетов, полученных при выполнении задач 1-4 и статистические данные, полученные при реальной эксплуатации указанных машин.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
---------------------------------------	---

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Понятие модели, как описания технического объекта.
2. Примеры моделей технических объектов.
3. Определение ММ, назначение ММ, требования к ММ.
4. Примеры ММ на основе алгебраических уравнений.
5. Примеры ММ на основе системы алгебраических линейных уравнений.
6. Примеры ММ на основе дифференциальных уравнений.
7. Примеры ММ на основе системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
8. Примеры вероятностных ММ.
9. Этапы создания ММ.
10. Пример ММ динамической задачи.
11. Назначение реологических моделей.
12. Простейшие реологические модели: Гука, Ньютона, Сен-Венана.
13. Модели Кельвина-Фойхта, Модель Максвелла, Бингама, Шведова, Кельвина-Шведова.
14. ММ процесса резания грунта.
15. ММ процесса взаимодействия движителя НТТМ с грунтом.
16. ММ процесса дробления в щековой дробилке.
17. ММ взаимодействия лопаток смесителя с бетонной смесью.
18. ММ процесса трамбования.
19. Общий алгоритм получения эмпирических зависимостей.
20. Подбор вида уравнения для случая парной зависимости.
21. Определение коэффициента корреляции. Определение коэффициентов выбранного уравнения методом наименьших квадратов в простейшем случае двумерного пространства.
22. Оценка значимости коэффициента парной корреляции при помощи критерия согласия Стьюдента.
23. Оценка адекватности полученного уравнения регрессии при помощи критерия согласия Фишера.
24. Алгоритм планирования полнофакторного эксперимента.
25. Математическая постановка задачи оптимизации.
26. Краткая характеристика возможных целевых функций.
27. Метод покоординатного спуска; метод градиента.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерный вариант заданий для проведения промежуточной аттестации

Построить модель рабочего органа наземной транспортно-технологической машины и определить действующие на него нагрузки.

Указать максимальные величины действующих нагрузок, построить модель взаимодействия рабочего органа со средой и произвести расчет коэффициента запаса прочности.

Виды машин:

1. Бульдозер;
2. Автогрейдер;
3. Экскаватор;
4. Скрепер;
5. Фронтальный погрузчик.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в

п. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме собеседования и решения практической задачи.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>
<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	--	---	---	--

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Мкртычев О. В., Дорожинский В. Б., Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг, Москва: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2021	https://www.iprbooks.hop.ru/110332.html
2	Трошина Г. В., Численные расчеты в среде MatLab, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020	http://www.iprbookshop.ru/99243.html
3	Малышевская Л. Г., Основы моделирования в среде автоматизированной системы проектирования «КОМПАС 3D», Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017	http://www.iprbookshop.ru/66916.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Поршнеv С. В., Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB, , 2011	https://e.lanbook.com/book/650

2	Дьяконов В. П., MATLAB. Полный самоучитель, Саратов: Профобразование, 2017	http://www.iprbookshop.ru/63590.html
---	--	---

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Сайт "MATLAB and Simulink Training"	https://matlabacademy.mathworks.com/?s_tid=acb_tut
Сайт ЦИТМ Экспонента	https://docs.exponenta.ru
Сайт ООО «АСКОН - Системы проектирования» Обучающие материалы	https://kompas.ru/publications/video/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Тех.Лит.Ру - техническая литература	http://www.tehlit.ru/
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Ansys	Сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 г. с ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс". Лицензия бессрочная
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025
Agisoft Metashape	Договор № 2018.52901 от 08.05.2018 г. Лицензия бессрочная
Solid Works версия 2019	Договор №Tr000660287 от 27.09.2021 г. с АО "СофтЛайн Трейд". Лицензия до 30.11.2024
LibreOffice	Свободно распространяемое
КОМПАС-3D Машиностроение и строительства	Договор № АСЗ-23-00025 от 30.01.2023 г. Лицензия бессрочная

КОМПАС-3D APM FEM	Сублицензионный договор №АСЗ-17-00534 от 13.06.2017 на 50лиц+ сублицензионный договор №АСЗ-20-00218 от 20.04.2020 еще на 50лиц с ООО "АСКОН-Северо-Запад". Лицензия бессрочная
-------------------	---

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
32. Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.
32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.