



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

С.В. Михайлов

«29» июня 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программные системы инженерного анализа

направление подготовки/специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Подъемно-транспортные,  
строительные, дорожные средства и оборудование

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются освоение системы общих принципов, положений и методов построения систем инженерного анализа; приобретение базовых знаний о программных технологиях, используемых при разработке программного обеспечения автоматизации инженерных расчетов

Задачами освоения дисциплины являются рассмотрение вопросов проектирования подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования, (далее используется обобщающий термин «строительные машины»).

## 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
ОПК-2 Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые технологии в профессиональной деятельности;	ОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов функционирования информационных систем в сфере профессиональной деятельности	<b>знает</b> основные современные системы компьютерной математики, их возможности и специфику <b>умеет</b> решать основные задачи линейной алгебры и математического анализа в каждой из систем <b>владеет навыками</b> навыками работы со справочными системами компьютерных математических пакетов и пакетов расширений
ОПК-2 Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые технологии в профессиональной деятельности;	ОПК-2.2 Демонстрирует понимание области применения специализированных информационных технологий и прикладного программного обеспечения	<b>знает</b> разновидности материально-технических баз, способы и методы расстановки материально-технических ресурсов в зависимости от характеристик баз <b>умеет</b> определять потребность в материально-технических ресурсах <b>владеет навыками</b> способностью поиска и закупки ресурсов, организации доставки, хранения и выдачи материалов
ОПК-2 Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые технологии в профессиональной деятельности;	ОПК-2.3 Демонстрирует применение специализированного программного обеспечения в соответствии с заданием	<b>знает</b> наличие и особенности использования специализированных пакетов расширения в каждой из изученных систем <b>умеет</b> основами программирования на встроенных языках. Основами использования основных команд <b>владеет навыками</b> навыками применения пакетов прикладных программ по моделированию, математике, инженерной графике, текстовым документам

<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины или ее части</p>	<p>ПК(Ц)-1.1 Выполняет сбор исходных данных для разработки цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины или ее части на стадиях жизненного цикла, установленных в техническом задании</p>	<p><b>знает</b> Методы сбора и анализа данных для разработки цифровых моделей</p> <p><b>умеет</b> Анализировать, систематизировать и обрабатывать полученные в ходе сбора данные</p> <p><b>владеет навыками</b> Навыками работы с базами данных, методами поиска в различных информационных системах</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины или ее части</p>	<p>ПК(Ц)-1.2 Разрабатывает цифровую модель наземной транспортно-технологической машины или ее части в соответствии с техническим заданием</p>	<p><b>знает</b> Конструкцию наземных транспортно-технологических машин и методы построения цифровых моделей</p> <p><b>умеет</b> Строить модели наземных транспортно-технологических машин с использованием различных программных продуктов</p> <p><b>владеет навыками</b> Навыками построения моделей в различных программных средах с учетом последних достижений науки и техники</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины или ее части</p>	<p>ПК(Ц)-1.3 Проводит процедуры верификации и валидации цифровой модели</p>	<p><b>знает</b> Методы верификации и валидации моделей</p> <p><b>умеет</b> Использовать различные способы верификации и валидации моделей</p> <p><b>владеет навыками</b> Программными продуктами, позволяющими осуществлять верификацию и валидацию цифровых моделей</p>

<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины или ее части</p>	<p>ПК(Ц)-1.4 Проводит оценку соответствия разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины или ее части требованиям технического задания</p>	<p><b>знает</b> Методы оценки соответствия разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины или ее части требованиям технического задания</p> <p><b>умеет</b> Применять различные методы проведения оценки соответствия разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины или ее части требованиям технического задания</p> <p><b>владеет навыками</b> Навыками применения программных продуктов с целью проведения оценки соответствия разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины или ее части требованиям технического задания</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины или ее части</p>	<p>ПК(Ц)-1.5 Формирует проектную документацию по разделу из цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины или ее части</p>	<p><b>знает</b> Состав проектной документации и методы ее формирования</p> <p><b>умеет</b> Формировать проектную документацию по разделу из цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины</p> <p><b>владеет навыками</b> Различными программными продуктами, позволяющими подготавливать проектную документацию из цифровой модели разрабатываемой или эксплуатируемой наземной транспортно-технологической машины</p>
<p>ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель наземной транспортно-технологической машины или ее части</p>	<p>ПК(Ц)-1.6 Подготавливает и передает цифровую модель наземной транспортно-технологической машины или ее части в формате, указанном в техническом задании</p>	<p><b>знает</b> Программные продукты, позволяющие осуществлять подготовку цифровой модели наземной транспортно-технологической машины или ее части в требуемом формате</p> <p><b>умеет</b> Применять различные программные продукты с целью подготовки цифровой модели наземной транспортно-технологической машины или ее части</p> <p><b>владеет навыками</b> Навыками построения цифровой модели наземной транспортно-технологической машины или ее части с использованием различных программных продуктов</p>

ПК-4 разрабатывать проект конструкции подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования	Способен проектировать	ПК-4.2 Разрабатывает проект технического предложения с учетом возможности механизации, автоматизации и роботизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования	<b>знает</b> наличие и особенности использования специализированных пакетов расширения в каждой из изученных систем <b>умеет</b> составлять программы на встроенных языках программирования. Создавать простые графические приложения <b>владеет навыками</b> навыками решения уравнений, неравенств, дифференциальных уравнений и построения графических иллюстраций
--	------------------------	--	--

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.25 основной профессиональной образовательной программы 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Компьютерная графика	ОПК-2.3, ОПК-5.2, ОПК-5.3
2	Информационные технологии	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.6, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3

Компьютерная графика

знать:

Современные информационные технологии и программные средства для конструирования различных геометрических пространственных объектов с использованием программ автоматизированного проектирования.

Уметь: Применять известные средства автоматизированного проектирования при: построении графических объектов; создании, настройке и оформлении многолистных чертежей; выводить документы на печать; создавать чертежи; использовать команды по нанесению размеров, технологических обозначений; оформлять технические требования и основную надпись.

Владеть:

Настройки систем автоматизированного производства под решение конкретных задач; использования возможностей двумерной и трехмерной компьютерной графики при решении практических задач, связанных с профессиональной деятельностью.

Информационные технологии

Знать: средства программного обеспечения анализа и управления информационными потоками; функциональные возможности и состав программного обеспечения компьютеров; основы алгоритмического языка; этапы решения задач на компьютере.

Уметь:

использовать необходимые математические методы и инструментальные средства для решения прикладных задач;  
разрабатывать алгоритмы решения поставленных задач.

Владеть:

методами практического использования компьютеров для обработки информации и основами численных методов решения задач;

стандартными приемами написания на алгоритмическом языке программы для решения поставленной задачи с использованием основных конструкций программирования и отладки таких программ;

навыками обоснованного выбора численных методов решения поставленной задачи.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Диагностика, инструментальный контроль и экспертиза наземных транспортно-технологических машин	ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-2.3
2	Моделирование рабочих процессов	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.4
3	Системы автоматизированного проектирования наземных транспортно-технологических машин	ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6
4	Информационные технологии жизненного цикла наземных транспортно-технологических машин	ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.5, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6

**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	
			4	5
<b>Контактная работа</b>	96		32	64
Лекционные занятия (Лек)	48	0	16	32
Практические занятия (Пр)	48	12	16	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,65		0,4	0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4		0,4	
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,4		0,4	
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача экзамена)	0,25			0,25
<b>Часы на контроль</b>	30,75		4	26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	88,2		35,2	53
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	216		72	144
<b>зачетные единицы:</b>	6		2	4

**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. Введение										
1.1.	Введение в разработку САЕ программных комплексов	4	5					12	17	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	

1.2.	Разработка архитектур САЕ систем инженерного анализа	4	5		6				12	23	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.3.	Методы построения программных реализаций сложных вычислительных методов	4	6		10	4			11,2	27,2	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6
2.	2 раздел. Иная контактная работа										
2.1.	Зачет	4								0,8	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Зачет	4								4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
4.	4 раздел. Анализ										
4.1.	Разработка архитектуры сложного вычислительного метода	5	6		6				12	24	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.5
4.2.	Разработка структур данных	5	6		4				11	21	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2
4.3.	Интеграция созданных структур данных в рамки САЕ системы	5	6		4				10	20	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
4.4.	Программная реализация СВМ	5	6		4				10	20	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6

4.5.	Отладка и апробация созданной программной реализации СВМ	5	8		14	8			10	32	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Экзамен	5								27	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2, 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

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Введение в разработку САЕ программных комплексов	Введение в разработку программных комплексов. Особенности разработки программных комплексов и вычислительных программных систем инженерного анализа. Детальное проектирование программного комплекса. Обеспечение требований: расширяемость, масштабируемость, удобства сопровождения.
2	Разработка архитектур САЕ систем инженерного анализа	Классические методы проектирования. Структурный подход. Анализ требований. Недостатки. Основы объектно-ориентированного проектирования программных комплексов. Проектирование иерархий классов (прикладные программы, библиотеки, каркасы).
3	Методы построения программных реализаций сложных вычислительных методов	Особенности систем инженерного анализа (вычислительных программных систем) (далее САЕ – computer-aided engineering). Системы инженерного анализа (вычислительных программных систем) (далее САЕ – computer-aided engineering).
6	Разработка архитектуры сложного вычислительного метода	Разработка общей схемы архитектуры СВМ в рамках трехзвенной архитектуры клиент-сервер. Разработка общей схемы архитектуры СВМ в рамках трехзвенной архитектуры клиент-сервер.
7	Разработка структур	Разработка на уровне данных: создание реляционных структур



	данных	данных для хранения входных и выходных данных. Разработка на уровне данных: создание реляционных структур данных для хранения входных и выходных данных.
8	Интеграция созданных структур данных в рамки CAE системы	Разработка на уровне пользователя. Разработка на уровне пользователя.
9	Программная реализация СВМ	Разработка на логическом уровне. Разработка на логическом уровне.
10	Отладка и апробация созданной программной реализации СВМ	Отладка созданной программной реализации СВМ на примере тестовой постановки задачи. Отладка созданной программной реализации СВМ на примере тестовой постановки задачи.

## 5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
2	Разработка архитектур CAE систем инженерного анализа	Архитектуры программных комплексов (монолитные, клиент-серверные). Особенности программных архитектур систем инженерного анализа. Использование принципов построения иерархий классов на базе интерфейсов (плюсы и минусы). Введение в обобщенное проектирование. Понятие стратегия. Разработка каркасов систем на базе стратегий. Принцип модель-вид-контроллер (MVC). Тестирование программного обеспечения. Сопровождение разработанного программного обеспечения.
3	Методы построения программных реализаций сложных вычислительных методов	Разработка вычислительных подсистем в рамках клиент-серверных архитектур. Создание инфраструктуры для проведения расчетов на высокопроизводительных вычислительных системах (суперкомпьютерах). Применение понятий теории графов для разработки программных реализаций сложных вычислительных методов (СВМ). Обеспечение автоматизации распараллеливания вычислительных процедур на уровне архитектуры создаваемой программной реализации СВМ.
3	Методы построения программных реализаций сложных вычислительных методов	Применение CAE технологий при проектировании наземных транспортно-технологических машин Использование различных программных продуктов (MATLAB, SolidWorks, Inventor, Solid Edge, КОМПАС 3D, ANSYS) для проектирования НТТС
6	Разработка архитектуры сложного вычислительного метода	Разработка на логическом уровне. Разработка архитектуры сложного вычислительного метода, включая: а) разработку иерархии классов, реализующих основную задачу разрабатываемой программной реализации СВМ; б) разработку сетевой модели СВМ на основе графоориентированной технологии; в) генерацию каркасов отдельных библиотек с помощью CASE инструментария. Разработка сетевой модели СВМ на основе графоориентированной технологии; в) генерацию каркасов отдельных библиотек с помощью CASE инструментария.
7	Разработка структур	Выбор существующих и определение новых форматов входных и

	данных	выходных данных. Выбор существующих и определение новых форматов входных и выходных данных.
8	Интеграция созданных структур данных в рамки САЕ системы	Применение специализированных подсистем используемой САЕ системы для формирования графического пользовательского интерфейса (далее GUI – Graphical User Interface) на основе выбранных или созданных структур данных формирования графического пользовательского интерфейса (далее GUI – Graphical User Interface) на основе выбранных или созданных структур данных
9	Программная реализация СВМ	Разработка конкретных отдельных алгоритмов в рамках созданной архитектуры СВМ на основе программных инструментов используемой САЕ системы либо на основе общедоступных языков программирования и компиляторов. Разработка конкретных отдельных алгоритмов в рамках созданной архитектуры СВМ на основе программных инструментов используемой САЕ системы либо на основе общедоступных языков программирования и компиляторов.
10	Отладка и апробация созданной программной реализации СВМ	Проведение вычислительного эксперимента в рамках используемой САЕ системы. Проведение вычислительного эксперимента в рамках используемой САЕ системы.
10	Отладка и апробация созданной программной реализации СВМ	Проведение эксперимента в рамках исследуемой САЕ системы Применение программных продуктов для проведения экспериментальных исследований.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Введение в разработку САЕ программных комплексов	Введение в разработку программных комплексов Особенности разработки программных комплексов и вычислительных программных систем инженерного анализа. Детальное проектирование программного комплекса. Обеспечение требований: расширяемость, масштабируемость, удобства сопровождения.
2	Разработка архитектур САЕ систем инженерного анализа	Понятие стратегия. Разработка каркасов систем на базе стратегий. Разработка каркасов систем на базе стратегий. Принцип модель- вид-контроллер (MVC). Тестирование программного обеспечения. Сопровождение разработанного программного обеспечения.
3	Методы построения программных реализаций сложных вычислительных методов	Обеспечение автоматизации распараллеливания вычислительных процедур на уровне архитектуры создаваемой программной реализации СВМ. Средства автоматизации и распараллеливания вычислительных процедур на уровне архитектуры создаваемой программной реализации СВМ.
6	Разработка архитектуры сложного вычислительного метода	Разработка сетевой модели СВМ на основе графоориентированной технологии; в) генерацию каркасов отдельных библиотек с помощью CASE инструментария. Разработка сетевой модели СВМ на основе графоориентированной технологии; в) генерацию каркасов отдельных библиотек с помощью

		CASE инструментария.
7	Разработка структур данных	Выбор существующих и определение новых форматов входных и выходных данных. Выбор существующих и определение новых форматов входных и выходных данных.
8	Интеграция созданных структур данных в рамки САЕ системы	Применение специализированных подсистем используемой САЕ системы для формирования графического пользовательского интерфейса (далее GUI – Graphical User Interface) на основе выбранных или созданных структур данных Применение специализированных подсистем используемой САЕ системы для формирования графического пользовательского интерфейса (далее GUI – Graphical User Interface) на основе выбранных или созданных структур данных
9	Программная реализация СВМ	Разработка конкретных отдельных алгоритмов в рамках созданной архитектуры СВМ на основе программных инструментов используемой САЕ системы либо на основе общедоступных языков программирования и компиляторов. Разработка конкретных отдельных алгоритмов в рамках созданной архитектуры СВМ на основе программных инструментов используемой САЕ системы либо на основе общедоступных языков программирования и компиляторов.
10	Отладка и апробация созданной программной реализации СВМ	Проведение вычислительного эксперимента в рамках используемой САЕ системы. Проведение вычислительного эксперимента в рамках используемой САЕ системы.

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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических и лабораторных 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;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, 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 занятиям в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины 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 промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет во четвертом семестре; экзамен в пятом семестре. Зачет и экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения промежуточной аттестации - устная. 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	Введение в разработку САЕ программных комплексов	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	устный опрос
2	Разработка архитектур САЕ систем инженерного анализа	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	решение задач
3	Методы построения программных реализаций сложных вычислительных методов	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК- 2.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	устный опрос
4	Зачет	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК- 2.3, ПК-4.2	устный опрос
5	Зачет	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	устный опрос
6	Разработка архитектуры сложного вычислительного метода	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК- 2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.5	устный опрос
7	Разработка структур данных	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК- 2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.1, ПК	Решение задач

		(Ц)-1.2	
8	Интеграция созданных структур данных в рамки САЕ системы	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК- 2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	устный опрос
9	Программная реализация СВМ	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК- 2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	решение задач
10	Отладка и апробация созданной программной реализации СВМ	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК- 2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5	устный опрос
11	Экзамен	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК- 2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6	устный опрос

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 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6))

- Проведение аналитических обзоров литературных источников.
- Освоение методов и приемов поиска актуальной информации по тематике курса, включая специализированные научно-технические журналы, результаты НИР, патентные материалы.
- Приобретение навыков работы в научно-технических и патентных базах данных в среде Интернет.
- Освоение англоязычной терминологии по тематике курса.
- Представление результатов работы с информацией в виде рефератов, презентаций и докладов для участия в научных конференциях.

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

<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 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 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; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок 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

Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся  
4-ый семестр (зачет):

1. Рассказать о принципах разработки программных реализаций сложных вычислительных методов, требующих для работы высокопроизводительные ресурсы.
2. Рассказать о задачах применения стандартов и общих методик ведения разработки программного обеспечения при разработке САЕ систем.
3. Представить алгоритм разработки программного обеспечения в рамках графоориентированной технологии.
4. Рассказать о методах разработки GUI в рамках существующих САЕ систем.
5. Составить сетевую модель программной реализации метода конечных элементов.

Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся  
5-ый семестр (экзамен):

1. Вычертить балку по размерам (допускается разработка подобия балки с теми же габаритными и посадочными размерами).
2. Выбрать рым-болты, шайбы и гайки на М30х3,5 по библиотеке McMaster-Car.
3. Перед началом анализа упросить сборку, что бы не было необходимости задавать

контакты и не иметь сложностей при пересечениях конечных элементов в резьбе).

4. Провести анализ НДС, приложив к каждому рым-болту по 2000 Н, действующих по вертикали вниз. Закрепления в местах крепления упростить до закрепления вертикальных поверхностей.

5. Выполнить топологическую оптимизацию балки под ту же нагрузку (верно задать области конструктивной неизменности, плоскости симметрии).

6. Полученную сетку после оптимизации доработать до технически обоснованного решения и снова проверить НДС.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерные темы практических заданий для проведения промежуточной аттестации

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-4.2, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6))

1. Построить архитектуру САЕ системы статистического анализа данных.

2. Построить архитектуру САЕ системы проведения оптимизационных расчетов.

3. Разработка подсистемы автоматического сравнения и корректировки результатов расчетов.

- Архитектура системы: концепция, принципы деления на подсистемы.

- Построение структур данных для хранения результатов: испытаний, расчетов. Методы автоматического сравнения результатов: SQL запросы в БД.

- Пример реализации в рамках существующей САЕ системы.

4. Разработка подсистемы суррогатного моделирования на основе регрессионного анализа.

5. Разработка подсистемы суррогатного моделирования в области микромеханики композиционных материалов на основе нейросетевых технологий анализа данных.

6. Разработка программного инструмента решения задачи поиска термоупругопрочностных характеристик композиционных материалов на основе метода гомогенизации.

7. Разработка графической подсистемы визуализации двухмерных/трехмерных результатов расчетов.

Варианты заданий представлены в курсе Программные системы инженерного анализа в системе Moodle: <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=2033>

#### 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. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета (4 сем.) и экзамена (5 сем.).

Включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен и зачет проводятся в устной форме. Для подготовки по билету отводится 30 минут.

#### 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
знания	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.	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.	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.	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>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>
<p>владение навыками</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

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
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Некрасов К. А., Поташников С. И., Боярченков А. С., Купряжкин А. Я., Метод Монте-Карло на графических процессорах, Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/69634.html">http://www.iprbookshop.ru/69634.html</a>
2	Острейковский В.А., Теория надежности, Москва: Абрис, 2012	ЭБС
3	Суворов А. В., Медведков В. В., Саблина Г. В., Шахтшнейдер В. Г., Программирование технологических контроллеров в среде Unity, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011	ЭБС
4	Суворов А. В., Медведков В. В., Саблина Г. В., Шахтшнейдер В. Г., Программирование технологических контроллеров в среде Unity, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011	<a href="http://www.iprbookshop.ru/45000.html">http://www.iprbookshop.ru/45000.html</a>
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Некрасов К. А., Поташников С. И., Боярченков А. С., Купряжкин А. Я., Метод Монте-Карло на графических процессорах, Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016	ЭБС
2	Белов П. Г., Системный анализ и программно-целевой менеджмент рисков, Москва: Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/454245">https://urait.ru/bcode/454245</a>
3	Острейковский В.А., Теория надежности, Москва: Абрис, 2012	1
4	Белов П. Г., Системный анализ и программно-целевой менеджмент рисков, Москва: Издательство Юрайт, 2019	<a href="https://urait.ru/bcode/441104">https://urait.ru/bcode/441104</a>
5	Некрасов К. А., Поташников С. И., Боярченков А. С., Купряжкин А. Я., Метод Монте-Карло на графических процессорах, Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016	ЭБС
6	Острейковский В.А., Теория надежности, Москва: Абрис, 2012	ЭБС

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 справочной правовой системы «Консультант Плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Моделируемый каталог научных журналов.	<a href="http://www.doaj.org">www.doaj.org</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>

Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>

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)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Autodesk AutoCAD 2019/2020	Письмо о возможности бесплатной загрузки образовательных лицензий полнофункциональных версий программных продуктов Autodesk от 15.05.2012
Autodesk Inventor 2019/2020	Письмо о возможности бесплатной загрузки образовательных лицензий полнофункциональных версий программных продуктов Autodesk от 15.05.2012
Ansys	Ansys сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 с ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс" бессрочный
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"
Solid Works версия 2019	SolidWorks договор №Tr000660287 от 27.09.2021 с АО "СофтЛайн Трейд"
STAR-CCM+ версия 13.02.0.11	Star-CCM+ договор № 46047-20 от 03.06.2020 с ООО "СИНЦ"
КОМПАС-3D	КОМПАС-3D сублицензионный договор №АС3-17-00534 от 13.06.2017 на 50лиц+ сублицензионный договор №АС3-20-00218 от 20.04.2020 еще на 50лиц с ООО "АСКОН-Северо-Запад" бессрочный

## 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. 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. Учебные аудитории для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (компьютерный класс): ПК-12 шт. (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с установленным мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ; доска маркерная; комплект учебной мебели на 12 посадочных мест
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

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

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 № 935).

Программу составил:

\_\_\_\_\_ доцент НТТМ, к.т.н. Я.В. Васильев

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин

14.05.2021, протокол № 9

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор, С.А. Евтюков

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

15.06.2021, протокол № 4.

Председатель УМК \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент А.В. Зазыкин