



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)

Основы теории разрушения

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 - изучение фундаментальных понятий, концепций и методов теории разрушения, как для деталей НТТМ, так и при работе с грунтом этих машин.

Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с основными явлениями процесса разрушения, принципами и подходами при математическом моделировании этого процесса;
- ввести и объяснить студентам основные гипотезы линейной и нелинейной механики разрушения;
- научить студентов основным методам и приемам решения задач механики разрушения;
- ознакомить студентов с основными методами экспериментального исследования процесса разрушения.

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-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии	ОПК-11.4 Демонстрирует применение физико-математического аппарата и современных компьютерных технологий для решения проблемы профессиональной деятельности	знает Принципы построения архитектуры программного обеспечения и вида архитектур программного обеспечения умеет Использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач с учетом особенностей технологии программирования владеет Навыками построения алгоритмов поставленных задач с реализацией на языке программирования
ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-14.3 Демонстрирует применение разработанного алгоритма и (или) компьютерной программы	знает Синтаксис и семантику алгоритмического языка программирования, принципы и методологию построения алгоритмов программных систем умеет Формализовать прикладную задачу, выбирать для неё подходящие структуры данных и алгоритмы обработки владеет Методами построения современных проблемно-ориентированных прикладных программных средств

ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	ОПК-2.3 Демонстрирует применение специализированного программного обеспечения в соответствии с заданием	знает Современное программное обеспечение в области расчетов разрушения различных материалов умеет Выполнять расчеты на современном программном обеспечении в области расчетов разрушения различных материалов владеет Навыками применения современного программного обеспечения в области расчетов разрушения различных материалов
--	---	---

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.24 основной профессиональной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к обязательной части 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	Теоретическая механика	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-4.3
3	Введение в прикладную механику	ПК-2.2, ПК-3.3
4	Соппротивление материалов	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-2.3
5	Технология конструкционных материалов	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-5.1, ОПК-5.3, ОПК-12.1, ОПК-12.2
6	Основы триботехники	ПК-1.1, ПК-1.3, ПК-1.5, ПК-3.2
7	Эксплуатационные материалы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-6.4, ПК-6.5

Дисциплина основывается на знаниях, полученных при освоении дисциплин:

- Б1.О.08 Высшая математика
- Б1.О.15.01 Теоретическая механика
- Б1.В.01 Введение в прикладную механику
- Б1.О.15.02 Соппротивление материалов
- Б1.О.19 Технология конструкционных материалов
- Б1.В.02 Основы триботехники
- Б1.В.03 Эксплуатационные материалы

№ 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
			6
Контактная работа	32		32
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	16	0	16
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)	36		36
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	72		72
зачетные единицы:	2		2

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. Понятие о механике разрушения										
1.1.	Общие сведения о дисциплине	6	2		2			4	8	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	
2.	2 раздел. Теоретические основы теории разрушения										
2.1.	Модель тела с трещинами. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина	6	2		2			4	8	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	
2.2.	Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы	6	2		2			4	8	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	
2.3.	Нелинейная механика разрушения	6	2		2			4	8	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	
3.	3 раздел. Прикладные основы теории разрушения										
3.1.	Замедленное разрушение. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность	6	2		2			5	9	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	
3.2.	Механика коррозионного разрушения. Динамическая механика разрушения	6	2		2			5	9	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	
3.3.	Температурные задачи механики разрушения. Как остановить трещину	6	2		2			5	9	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	

3.4.	Основы разрушения грунтов механическими способами	6	2		2				5	9	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3
4.	4 раздел. Контроль										
4.1.	Зачёт	6								4	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
1	Общие сведения о дисциплине	Общие сведения о теории разрушения Предмет механики разрушения. Возникновение механики разрушения: причины и истоки. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса). Катастрофические разрушения 40-50 годов.									
2	Модель тела с трещинами. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина	Модель тела с трещинами. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина Прочность и сопротивление разрушению - от интуитивных представлений к научным. Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение. Ползучесть. Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин. Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Виды трещин. Идеи Гриффитса. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.									
3	Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы	Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы Методы расчетов коэффициентов интенсивности напряжений в упругих телах при различных условиях нагружения. Принцип суперпозиции решений. Коэффициент интенсивности напряжений в ДКБ-образце. Задача И.В. Обреимова. Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Локальное стационарное поле. Установившиеся колебания у вершины неподвижной трещины. Ударные нагрузки.									
4	Нелинейная механика разрушения	Нелинейная механика разрушения Нелинейная механика разрушения. δk -модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса									
5	Замедленное разрушение. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность	Замедленное разрушение. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоциклового усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность									
6	Механика коррозионного разрушения. Динамическая	Механика коррозионного разрушения. Динамическая механика разрушения Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль									

	механика разрушения	кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка. Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.
7	Температурные задачи механики разрушения. Как остановить трещину	Температурные задачи механики разрушения. Как остановить трещину Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной. Как остановить трещину. Конструктивные ловушки. Ремонтные заплаты. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред. Использование механики разрушения "в мирных целях".
8	Основы разрушения грунтов механическими способами	Основы разрушения грунтов механическими способами Классификация грунтов по их сопротивлению резанию. Классификация немерзлых грунтов. Классификация мерзлых грунтов. Элементарные профили. Ковши без зубьев и с зубьями. Ковши скреперов. Ковши длиннобазовых планировщиков. Отвалы бульдозеров. Отвалы автогрейдеров. Рыхлители. Принцип конструирования осиновых элементов рабочих органов. Рабочие органы ковшового типа. Отвалы бульдозеров. Рабочие органы для разрушения мерзлых грунтов.

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Общие сведения о дисциплине	Общие сведения о теории разрушения Предмет механики разрушения. Возникновение механики разрушения: причины и истоки. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса). Катастрофические разрушения 40-50 годов.
2	Модель тела с трещинами. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина	Модель тела с трещинами. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина Прочность и сопротивление разрушению - от интуитивных представлений к научным. Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение. Ползучесть. Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин. Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Виды трещин. Идеи Гриффитса. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.
3	Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы	Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы Методы расчетов коэффициентов интенсивности напряжений в упругих телах при различных условиях нагружения. Принцип суперпозиции решений. Коэффициент интенсивности напряжений в ДКБ-образце. Задача И.В. Обреимова. Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Локальное стационарное поле. Установившиеся колебания у вершины неподвижной трещины. Ударные нагрузки.
4	Нелинейная механика разрушения	Нелинейная механика разрушения Нелинейная механика разрушения. δk -модель. Инвариантные

		интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса
5	Замедленное разрушение. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность	Замедленное разрушение. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоциклового усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность
6	Механика коррозионного разрушения. Динамическая механика разрушения	Механика коррозионного разрушения. Динамическая механика разрушения Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка. Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.
7	Температурные задачи механики разрушения. Как остановить трещину	Температурные задачи механики разрушения. Как остановить трещину Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной. Как остановить трещину. Конструктивные ловушки. Ремонтные заплатки. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред. Использование механики разрушения "в мирных целях".
8	Основы разрушения грунтов механическими способами	Основы разрушения грунтов механическими способами Классификация грунтов по их сопротивлению резанию. Классификация немерзлых грунтов. Классификация мерзлых грунтов. Элементарные профили. Ковши без зубьев и с зубьями. Ковши скреперов. Ковши длиннобазовых планировщиков. Отвалы бульдозеров. Отвалы автогрейдеров. Рыхлители. Принцип конструирования осинового элементов рабочих органов. Рабочие органы ковшовой типа. Отвалы бульдозеров. Рабочие органы для разрушения мерзлых грунтов.

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Общие сведения о дисциплине	Общие сведения о теории разрушения Предмет механики разрушения. Возникновение механики разрушения: причины и истоки. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса). Катастрофические разрушения 40-50 годов.
2	Модель тела с трещинами. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина	Модель тела с трещинами. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина Прочность и сопротивление разрушению - от интуитивных представлений к научным. Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение. Ползучесть. Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин. Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в

		упругом теле. Виды трещин. Идеи Гриффитса. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.
3	Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы	Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы Методы расчетов коэффициентов интенсивности напряжений в упругих телах при различных условиях нагружения. Принцип суперпозиции решений. Коэффициент интенсивности напряжений в ДКБ-образце. Задача И.В. Обреимова. Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Локальное стационарное поле. Установившиеся колебания у вершины неподвижной трещины. Ударные нагрузки.
4	Нелинейная механика разрушения	Нелинейная механика разрушения Нелинейная механика разрушения. δk -модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса
5	Замедленное разрушение. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность	Замедленное разрушение. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Разрушение при малоцикловой усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность
6	Механика коррозионного разрушения. Динамическая механика разрушения	Механика коррозионного разрушения. Динамическая механика разрушения Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка. Динамическая механика разрушения. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.
7	Температурные задачи механики разрушения. Как остановить трещину	Температурные задачи механики разрушения. Как остановить трещину Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной. Как остановить трещину. Конструктивные ловушки. Ремонтные заплаты. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред. Использование механики разрушения "в мирных целях".
8	Основы разрушения грунтов механическими способами	Основы разрушения грунтов механическими способами Классификация грунтов по их сопротивлению резанию. Классификация немерзлых грунтов. Классификация мерзлых грунтов. Элементарные профили. Ковши без зубьев и с зубьями. Ковши скреперов. Ковши длиннобазовых планировщиков. Отвалы бульдозеров. Отвалы автогрейдеров. Рыхлители. Принцип конструирования осиновых элементов рабочих органов. Рабочие органы ковшовой типа. Отвалы бульдозеров. Рабочие органы для разрушения мерзлых грунтов.

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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и 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 текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при выполнении практических заданий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы.

При подготовке к лекционным занятиям студенту необходимо:

- ознакомиться с соответствующей темой занятия;
- осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- изучить рекомендуемую рабочей программой литературу по данной теме.

При подготовке к практическим занятиям и 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;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет. Зачет проводится по расписанию. Форма проведения занятия может быть устная, письменная и в электронном виде. Студенты, не прошедшие аттестацию, 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	Общие сведения о дисциплине	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, тесты
2	Модель тела с трещинами. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, тесты
3	Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Экспериментальные методы	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, тесты
4	Нелинейная механика разрушения	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, тесты
5	Замедленное разрушение. Алгоритм и	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-	Устный опрос, тесты

	примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность	14.3	
6	Механика коррозионного разрушения. Динамическая механика разрушения	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, тесты
7	Температурные задачи механики разрушения. Как остановить трещину	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, тесты
8	Основы разрушения грунтов механическими способами	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, тесты
9	Зачёт	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Собеседование

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

Типовые контрольные задания или иные материалы текущей аттестации, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах. Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа.

Виды трещин.

Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты.

Экспериментальные методы определения коэффициентов интенсивности напряжений.

Нелинейная механика разрушения. Дельта-к-модель.

Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса.

Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса.

Разрушение при малоциклового усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения.

Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы.

Водородное охрупчивание, роль кислорода.

Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка.

Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.

Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин.

Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Тепловой удар по телу с трещиной.

Как остановить трещину. Конструктивные "ловушки". Ремонтные заплатки.

Как остановить трещину. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями.

Торможение трещины на границе раздела сред.

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

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания: - 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> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - 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>
<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 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

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Первая модель тела с трещиной (трещина Гриффитса).
2. Напряженное состояние у вершины полубесконечной трещины. Метод комплексных потенциалов. Коэффициенты интенсивности напряжений.
3. Методы расчетов коэффициентов интенсивности напряжений в упругих телах при различных условиях нагружения. Примеры.
4. Коэффициент интенсивности напряжений в ДКБ-образце. Задача И.В. Обреимова.
5. Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Локальное стационарное поле.
6. Динамические задачи механики хрупкого разрушения. Установившиеся колебания у вершины неподвижной трещины.
7. Силовой и энергетический критерии хрупкого разрушения. Их эквивалентность.
8. Концепция квазихрупкого разрушения. Поправка Ирвина на пластическую деформацию.
9. Модель Леонова-Панасюка-Дагдейла. Разгрузка трещины в модели Дагдейла.
10. Распределение напряжений у вершины трещины в упругопластическом материале со степенным упрочнением. Инвариантный J-интеграл Эшелби-Черепанова-Райса.

11. Двухпараметрические критерии разрушения. Предел трещиностойкости материала.
12. Параметр поврежденности (сплошности). Модель Качанова-Работнова. Определяющие соотношения связанной и несвязанной постановок краевых задач в теории ползучести с поврежденностью.
13. Асимптотика напряжений у вершины стационарной трещины в нелинейно вязком теле. Инвариантный S^* -интеграл теории установившейся ползучести.
14. Модель роста трещины в несвязанной постановке теории ползучести с поврежденностью.
15. Автомодельная постановка задачи о трещине в среде с поврежденностью. Модель роста трещины в связанной постановке теории ползучести с поврежденностью.
16. Модели коррозионного растрескивания (диффузионная модель, феноменологическая модель).
17. Математическая модель коррозионного роста трещин. Пороговый коэффициент интенсивности напряжений.
18. Многоцикловая и малоцикловая усталость. Рост трещин при циклическом нагружении. Эмпирическая формула Париса.
19. Теоретические зависимости роста усталостных трещин. Усталостная долговечность.
20. Критерий осреднения напряжений у вершины трещины (критерий Новожилова) в статических и динамических задачах механики разрушения.
21. Метод годографа в задачах механики разрушения для случая антиплоского сдвига (упруго-пластический материал).
22. Автомодельная задача о трещине антиплоского сдвига в среде с поврежденностью (связанная постановка задачи ползучести с поврежденностью).
23. Диффузионная модель роста трещины при водородном охрупчивании.
24. Электрохимический механизм роста трещин при коррозионном разрушении.
25. Поверхностное взаимодействие твердого тела со средой. Адсорбционный эффект.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1.
Указать особенность полей напряжений и перемещений у вершины трещины. Изложить принципы использования метода Вестергарда для вывода асимптотических формул для напряжений и перемещений у вершин трещины нормального отрыва поперечного и продольного сдвига. Указать особенности распределения напряжений в трещинах в кусочно-однородных телах.
2.
Объяснить, что такое КИН. Привести поправку Ирвина на пластичность при использовании различных гипотез пластичности. Описать модель Дагдейла трещины с тонкой пластической зоной. Изложить особенности определения КИН методом конечных элементов.
3.
Объяснить в чем заключается концепция Гриффитса-Орована-Ирвина. Указать, как изменяется полная энергии системы при малом приращении длины трещины. Записать критерии разрушения Гриффитса и Ирвина. Изобразить эллипсоид трещиностойкости.
Указать характеристики статической трещиностойкости.4.
Записать решение Хатчисона-Розенгрена-Райса. Пояснить понятие J -интеграла. Рассмотреть экспериментальное и численное определение J -интеграла. Записать формулу, связывающую J -интеграл с потенциальной энергией системы. Изложить концепция R -кривой. Объяснить понятие термина раскрытие трещины в вершине. Привести критерий разрушения Уэллса.
5.
Объяснить, как проводится расчет на живучесть с использованием кинетической диаграммы усталостного разрушения. Записать формулы Пэриса, Яремы и Формана. Указать, что такое циклическая вязкость разрушения. Изобразить диаграмму живучести. Пояснить, как определяется коэффициент запаса по живучести.
6.
Указать особенности проведения испытаний на определение K_{IC} и J_C при статическом и циклическом нагружениях. Описать современные методы оценки размеров поверхностных и внутренних дефектов (оптико-цифровые и акустические). Рассказать о возможностях экспериментального определения КИН и J -интеграла в трещинах в конструкциях на основе обработки экспериментально полученных полей деформации или перемещений в зоне трещины.

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.

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 «продвинутый». 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	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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.
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Решает предложенные практические задания без ошибок</p> <p>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	Шилов М. А., Физика прочности и механика разрушения, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/520076
2	Рахматулин Х. А., Прочность и разрушение при кратковременных нагрузках, Москва: Логос, Университетская книга, 2008	http://www.iprbookshop.ru/9283.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Гуляев В. П., Специальный раздел механики. Деформации и разрушение стальных изделий, Санкт-Петербург: Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/167447
2	Белкин П. Н., Механические свойства, прочность и разрушение твёрдых тел, Саратов: Вузовское образование, 2013	http://www.iprbookshop.ru/18390.html
3	Черноусов Н. Н., Черноусов Р. Н., Механика разрушения. В 2 частях. Ч. 1. Механика разрушения металлов, , 2017	http://www.iprbookshop.ru/83184.html

4	Черепанов Г. П., Механика разрушения, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012	http://www.iprbookshop.ru/92378.html
5	Беломытцев М. Ю., Кудря А. В., Вязкость. Разрушение, Москва: МИСИС, 2008	https://e.lanbook.com/book/117086
6	Попов А. Н., Разрушение горных пород, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021	https://e.lanbook.com/book/192409

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
ОСНОВЫ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ Учебно-методическое пособие	https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/1127/Osnovy_mekhaniki_razrusheniya.pdf?sequence=1&isAllowed=y
ОСОБЕННОСТИ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ НАГРУЖЕНИЯ Учебное пособие	http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/12266/1/113585_20191105.pdf
Машенко, А.В. Специальные разделы механики грунтов и механики скальных грунтов : учеб. пособие.	https://pstu.ru/files/file/adm/fakultety/maschenko_a_v__specialnye_razdely_mekhaniki_gruntov_i_mehaniki_skalnyh_gruntov.pdf

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www2.viniti.ru
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/
Периодические издания СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/

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)
NanoCAD (3D, Механика, Растр, СПДС, Топоплан)	Сертификат с 14.09.2022

Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Matlab версия R2019a	Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025
Solid Works версия 2019	Договор №Tr000660287 от 27.09.2021 г. с АО "СофтЛайн Трейд". Лицензия до 30.11.2024
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
КОМПАС-3D KompasFlow	Договор № АСЗ-23-00025 от 30.01.2023 г. Лицензия бессрочная
Комплект электронных дидактических модулей «Дорожно-строительные машины»	Контракт № 44-01/2021-ЭА от 19.04.2021 г. с ООО "Лабстенд". Лицензия бессрочная
КОМПАС-3D Машиностроение и строительства	Договор № АСЗ-23-00025 от 30.01.2023 г. 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. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 105-К Лаборатория строительных машин	Оборудование: а) стенд «проведение исследований на усилие сопротивления грунта» б) стенд «дробилка щебня» в) стенд «бетоноперемешивающий спаренный» г) стенд «виброплатформа для формирования испытательного образца» д) стенд «забивка свай» е) верстак слесарный для подготовки расходных материалов и работ с образцами
32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 113-К	Лаборатория силовых агрегатов. сектор электрических установок 2) оборудование: а) лабораторный стенд «модель электромобиля» стационарного исполнения б) лабораторный стенд «изучение тяговых аккумуляторов электромобилей» в) стенд «контроль электрооборудования» (для проверки стартера и генератора) г) верстак слесарный и металлический шкаф для хранения изучаемых образцов

32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), 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.
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, аудиосистема), 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.