

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт промышленных технологий
машиностроения (ИПТМ)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИПТМ:

Манцеров С.А.

“23” августа 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.38 Прочность артиллерийских систем

для подготовки специалистов

Направление подготовки : 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие

Направленность: «Артиллерийское оружие»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022, 2023

Выпускающая кафедра АВ

Кафедра-разработчик АВ

Объем дисциплины 468/13
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен, зачет

Разработчик (и): Бебенин А.Н, к.т.н., доцент

НИЖНИЙ НОВГОРОД
2023 год

Рецензент: Маликов Н.Ш., к.т.н _____

«23» 08 2023г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 18.08.2020 г. № 1053 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 13.04.2023г. №17

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 23.08.2023г. № 12, протокол от 18.05.2023 №21.

Зав. кафедрой АВ, д.т.н., профессор _____ Закаменных Г.И.

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИПТМ, протокол от 06.06.2023г. №12

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 17.05.02 – а – 38
Начальник МО _____

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	11
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	24
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	30
7. Информационное обеспечение дисциплины	31
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	33
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	33
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	34
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	37
12. Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	39

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Целью освоения дисциплины является: изучение воздействия выстрела на конструкцию артиллерийского вооружения в целом, так и на отдельные его части. Определение характеристик напряженно-деформированного состояния элементов артиллерийского вооружения.

1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение теоретических основ прочностных расчетов;
- изучение применения методик расчета ствола (и других элементов) в упругой и упруго-пластической областях нагружения;
- изучение численных методов расчета прочности;
- изучение процессов усталости и разрушения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Прочность артиллерийских систем» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие»

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: в объёме курса средней школы.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Основы технического эксперимента», «Системно-техническое проектирование артиллерийских систем», «Проектирование стволов и затворов», «Эффективность и испытания артиллерийского вооружения», «Основы информационной системы предприятия», «Точность работы импульсных машин», «Точность работы артиллерийских систем» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Прочность артиллерийских систем» являются 1, 2, 3, 4.

Особенностью дисциплины является изучение применения методик расчета ствола (и других элементов) в упругой и упруго-пластической областях нагружения.

Рабочая программа дисциплины «Введение в специальность» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
ОПК-12											
Эффективность и испытания артиллерийского вооружения											
ПК-1											
Введение в специальность											
Надежность систем вооружения											
Физические основы устройства оружия											
Система управления огнем											
Внутренняя баллистика ствольного оружия											
Боеприпасы артиллерии											
Основы внешней баллистики и аэrodинамики											
Основы технического эксперимента											
Системно-техническое проектирование артиллерийских систем											
Проектирование стволов и затворов											
Эффективность и испытания артиллерийского вооружения											
Основы эксплуатации артиллерийских систем											
Основы САПР											
Основы информационной системы предприятия											

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
Точность работы импульсных машин											
Точность работы артиллерийских систем											
Учебно-конструкторская практика											
Конструкторско-технологическая практика											
Научно-исследовательская работа											
Преддипломная практика											

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ
С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации		
ОПК-12. Способен качественно и количественно оценивать результаты, математически формулировать постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия	ИОПК-12.1. Математически формулирует постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия	Знать: методы проектирования артиллерийского оружия и всех элементов артиллерийских систем; методы прочностных расчетов элементов артиллерийских систем (аналитические и численные); методы анализа результатов экспериментов и испытаний артиллерийских систем.	Уметь: планировать, проводить и анализировать результаты экспериментов и испытаний артиллерийских систем; проводить расчеты по определению напряженно-деформированного состояния элементов артиллерийских систем и оценивать полученные результаты	Владеть: навыками анализа результатов расчетов, экспериментов и испытаний артиллерийских систем.	Тестирование, вопросы для устного собеседования
	ИОПК-12.2. Оценивает качественно и количественно результаты решения задачи применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации	Знать: методы проектирования артиллерийского оружия и всех элементов артиллерийских систем; методы прочностных расчетов элементов артиллерийских систем (ана-	Уметь: планировать, проводить и анализировать результаты экспериментов и испытаний артиллерийских систем; проводить расчеты по определению напряженно-	Владеть: навыками анализа результатов расчетов, экспериментов и испытаний артиллерийских систем.	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	ции стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия	литические и численные); методы анализа результатов экспериментов и испытаний артиллерийских систем.	деформированного состояния элементов артиллерийских систем и оценивать полученные результаты			
ИПК-1. Способен осуществлять профессиональную деятельность в сферах: научно исследовательской, проектирования, производства и испытания артиллерийского вооружения.	ИПК-1.1. Осуществляет профессиональную деятельность в научно - исследовательской деятельности проектирования артиллерийского вооружения.	Знать: действующую нормативно-техническую документацию в области прочностных расчетов; методы проведения научных исследований при выполнении НИОКР.	Уметь: применять имеющиеся знания, а также актуальную нормативно-техническую документацию при проведении исследований прочности артиллерийского вооружения и выполнении НИОКР и их составных частей; оформлять результаты НИОКР.	Владеть: навыком разработки планов проведения НИОКР, навыком организации сбора и изучения научно-технической информации по теме, а также навыком ее анализа; навыком разработки программ проведения экспериментальных исследований; навыком использования современных вычислительных средств и информационных технологий при выполнении НИОКР.	Тестирование, вопросы для устного собеседования	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)
	ИПК-1.2. Осуществляет профессиональную дея-	Знать: действующую нормативно-техническую доку-	Уметь: применять имеющиеся знания, а также актуальную	Владеть: навыком разработки планов проведения		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	тельность в проектировании и конструкторской разработке артиллерийского вооружения	ментацию в области внутренней баллистики ствольного оружия; методы проведения научных исследований при выполнении НИОКР.	нормативно-техническую документацию при проведении исследований в области внутренней баллистики и выполнении НИОКР и их составных частей; оформлять результаты НИОКР.	НИОКР, навыком организации сбора и изучения научно-технической информации по теме, а также навыком ее анализа; навыком разработки программ проведения экспериментальных исследований; навыком использования современных вычислительных средств и информационных технологий при выполнении НИОКР.		
	ИПК-1.4. Осуществляет профессиональную деятельность в области испытания и эксплуатации артиллерийского вооружения.	Знать: действующую нормативно-техническую документацию в области прочностных расчетов; методы проведения научных исследований при выполнении НИОКР.	Уметь: применять имеющиеся знания, а также актуальную нормативно-техническую документацию при проведении исследований прочности артиллерийского вооружения и выполнении НИОКР и их составных частей; оформлять результа-	Владеть: навыком разработки планов проведения НИОКР, навыком организации сбора и изучения научно-технической информации по теме, а также навыком ее анализа; навыком разработки программ проведения экспериментальных		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
			ты НИОКР.	исследований; навыком использования современных вычислительных средств и информационных технологий при выполнении НИОКР.		
ПК -1		Освоение дисциплины причастно к ТФ С/01.6 (ПС 40.011 <u>«Специалист по научно- исследовательским и опытно- конструкторским разработкам»</u>), решает задачу - разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок по определенной тематике	<ul style="list-style-type: none"> - организации сбора и изучения научно-технической информации по теме - проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования 			

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. 216 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		№ 7сем.	№ 8сем.
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	468/13		
1. Контактная работа:	195		
1.1.Аудиторная работа, в том числе:			
занятия лекционного типа (Л)	85	34	51
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34	
лабораторные работы (ЛР)	68	34	34
2. Самостоятельная работа (СРС)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	237	112	125
Контроль самостоятельной работы (КСР)	8	2	6
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	6		6
Подготовка к экзамену (контроль)	36		36

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
7 семестр													
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 1. Основные задача дисциплины				Подготовка к лекциям				Конспект лекций				
	Тема 1.1. Основные подходы к расчету на прочности артиллерийских систем				1,0								
	Тема 1.2. Особенности расчета на прочности систем артиллерийского вооружения				1,0								
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:						7,0						
	Практическая работа №1 Особенности расчета на прочность систем артиллерийского вооружения					3,0		Подготовка к ПЗ					
	Лабораторная работа №1 Основные подходы к расчету на прочность артиллерийских систем				3,0			Подготовка к ЛР					
	Итого по 1 разделу				2,00	3,0	3,0	7,0					
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1	Раздел 2. Жизненный цикл создания изделий артиллерийской отрасли				Подготовка к лекциям				Конспект лекций				
	Тема 2.1. Схема жизненного цикла создания изделий АО				1,0								
	Практическая работа №2 Схема						3,0	Подготовка к					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
ИПК-1.2	жизненного цикла создания изделий АО					ПЗ			
	Лабораторная работа №2 Жизненный цикл создания изделий артиллерийской отрасли		2,0			Подготовка к ЛР			
	Тема 2.2. Порядок проведения расчетно-аналитических работ при создании изделий артиллерийской отрасли	1,0							
	Тема 2.3. Единая информационная среда «Конструктор Расчетчик» на базе современных информационных технологий	1,0							
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				10,0				
	Итого по 2 разделу	3,00	2,0	3,0	10,0				
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 3. Механические свойства артиллерийских сталей и сплавов					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	Тема 3.1. Механические методы исследования и получаемые характеристики	1,0							
	Практическая работа №3 Схема жизненного цикла создания изделий АО			4,0		Подготовка к ПЗ			
	Лабораторная работа №3 Жизненный цикл создания изделий артиллерийской отрасли		6,0			Подготовка к ЛР			
	Тема 3.2. Первичная диаграмма растяжения и вторичная условная	1,0							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
диаграмма растяжения Тема 3.3. Определение микро- и макротвердости материалов Тема 3.4. Испытания при динамических и повторно-переменных нагрузках Самостоятельная работа по освоению 3 раздела: Итого по 3 разделу	диаграмма растяжения								
	Тема 3.3. Определение микро- и макротвердости материалов	1,0							
	Тема 3.4. Испытания при динамических и повторно-переменных нагрузках	1,0							
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				14,0				
	Итого по 3 разделу	4,0	6,0	4,0	14,0				
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 4. Информационные технологии, используемые при проектировании изделий АВ					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	Тема 4.1. Автоматизированное проектирование – CAD – системы геометрического проектирования (Computer Aided Design)	1,0							
	Тема 4.2. Инженерный анализ – CAE – системы инженерного анализа (Computer Aided Engineering)	1,0							
	Тема 4.3. Комплексные – CAD/CAM/CAE – смешанные системы	1,0							
	Практическая работа №4 Автоматизированное проектирование			4,0		Подготовка к ПЗ			
	Лабораторная работа №4 Комплексные – CAD/CAM/CAE – смешанные системы		5,0			Подготовка к ЛР			
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				10,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
	Итого по 4 разделу	3,0	5,0	4,0	10,0						
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 5. Численные методы расчета прочности Метод конечных элементов					Подготовка к лекциям			Конспект лекций		
	Тема 5.1. Основные численные методы применяемые для решения прочностных задач	1,0									
	Тема 5.2. Этапы построения дискретной модели	1,0									
	Тема 5.3. Пример построения разрешающей системы уравнений в МКЭ	1,0									
	Тема 5.4. Пример построения матрицы жесткости плоского треугольного конечного элемента	1,0									
	Тема 5.5. Этапы решения задачи МКЭ	1,0									
	Практическая работа №5 Этапы решения задачи МКЭ			4,0		Подготовка к ПЗ					
	Лабораторная работа №5 Основные численные методы применяемые для решения прочностных задач		4,0			Подготовка к ЛР					
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				17,0						
	Итого по 5 разделу	5,0	4,0	4,0	17,0						
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2	Раздел 6. Универсальные расчетно-аналитические комплексы										
	Тема 6.1. Обзор расчетно-аналитических комплексов	1,0				Подготовка к лекциям			Конспект лекций		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Подготовка к ПЗ	Подготовка к ЛР				
	Тема 6.2. Программный комплекс ANSYS	1,0							
	Практическая работа №6 Программный комплекс ANSYS Mechanical							4,0	
	Лабораторная работа №6 Программный комплекс ANSYS Mechanical		8,0						
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:								8,0
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Итого по 6 разделу	2,0	8,0	4,0	8,0				
	Раздел 7. Методы расчета и проектирования стволов в упругой области					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	Тема 7.1. Расчет прочности стволов в пределах упругости	1,0							
	Тема 7.2. Теории прочности, применяемые при расчете стволов	1,0							
	Практическая работа №7 Теории прочности, применяемые при расчете стволов			4,0		Подготовка к ПЗ			
	Тема 7.3. Запасы прочности и допустимые напряжения	1,0							
	Тема 7.4. Предел упругого сопротивления ствола-моноблока	1,0							
	Лабораторная работа №7 Предел упругого сопротивления ствола-моноблока		3,0			Подготовка к ЛР			
	Тема 7.5. Скрепленные стволы. Предел возможного сопротивле-	1,0							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
ния скрепленного ствола Тема 7.6. Предел упругого сопротивления скрепленного ствола Тема 7.7. Расчет прочности ствола с учетом нагрева Тема 7.8. Нагрев и охлаждение стволов Практическая работа №8 Нагрев ствола в процессе стрельбы Самостоятельная работа по освоению 7 раздела: Итого по 7 разделу	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Подготовка к ПЗ					
	1,0								
	1,0								
	1,0								
			4,0						
	8,0	3,0	8,0					26,0	
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 8. Методы расчета и проектирования стволов с учетом упругопластических деформаций				Подготовка к лекциям			Конспект лекций	
	Тема 8.1. Расчеты в упруго-пластической области	1,0							
	Лабораторная работа №8 Расчеты в упруго-пластической области		3,0			Подготовка к ЛР			
	Тема 8.2. Условный предел упругого сопротивления	1,0							
	Практическая работа №9 Условный предел упругого сопротивления			4,0		Подготовка к ПЗ			
	Тема 8.3. Предельное давление. Разрушающее давление	1,0							
	Тема 8.4. Автоскрепление ствола	1,0							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час								
	Тема 8.5. Допустимые запасы прочности $[n_y]$, $[n_a]$, $[n_p]$	1,0									
	Тема 8.6. Расчет труб в условиях упругопластических деформаций численным методом	2,0									
	Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:								20,0		
	Итого по 8 разделу	7,0	3,0					4,0	20,0		
		ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34,0	34,0	34,0			112,0			
8 семестр											
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 9. Расчет прочности ствола с учетом нагрева					Подготовка к лекциям			Конспект лекций		
	Тема 9.1. Термоупругие напряжения	2,0									
	Тема 9.2. Нагрев ствола в процессе стрельбы	2,0									
	Лабораторная работа №9 Термоупругие напряжения		5,0			Подготовка к ЛР					
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:				7,0						
	Итого по 9 разделу	4,0	5,0		7,0						
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 10. Особенности расчета на прочность стволов миномета					Подготовка к лекциям			Конспект лекций		
	Тема 10.1. Общие положения при принимаемые при расчете ствола миномета на прочность: Расчетные нагрузки, характеристика материала, методика	2,0									

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	расчета								
	Тема 10.2. Предел упругого сопротивления ствола миномета Предельное давление	2,0							
	Лабораторная работа №10 Предельное давление		3,0			Подготовка к ЛР			
	Самостоятельная работа по освоению 10 раздела:				7,0				
	Итого по 10 разделу	4,0	3,0		7,0				
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 11. Живучесть артиллерийских стволов. Способы повышения живучести				Подготовка к лекциям			Конспект лекций	
	Тема 11.1. Живучесть артиллерийских стволов	2,0							
	Тема 11.2. Определение технического ресурса стволов в виде иерархии задач	1,0							
	Тема 11.3. Термомеханическая и химическая эрозия	1,0							
	Тема 11.4. Термомеханическое состояние	1,0							
	Тема 11.5. Основные факторы, влияющие на износ ствola	1,0							
	Тема 11.6. Способы повышения живучести	2,0							
	Лабораторная работа №11 Основные факторы, влияющие на износ ствola		5,0			Подготовка к ЛР			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	Самостоятельная работа по освоению 11 раздела: Итого по 11 разделу				22,0 22,0				
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 12. Экспериментальные методы определения параметров функционирования артиллерийских орудий и минометов Тема 12.1. Многоканальные системы нагружения и измерения Тема 12.2. Измерение деформаций тензорезисторами Тема 12.3. Определение главных нормальных и касательных деформаций Тема 12.4. Примеры экспериментальных исследований Тема 12.5. Валидация расчетной модели и эксперимента Тема 12.6. Пример программы испытаний – программа цеховых испытаний по определению жесткостных и демпфирующих параметров изделия Лабораторная работа №12 Валидация расчетной модели и эксперимента Самостоятельная работа по освоению 12 раздела: Итого по 12 разделу	2,0 1,0 1,0 1,0 2,0 1,0 5,0				Подготовка к лекциям Подготовка к ЛР			Конспект лекций
ОПК-12	Раздел 13. Основные теории пластиичности	8,0	5,0		21,0 21,0	Подготовка к			Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Тема 13.1. Теория пластичности изотропным и кинематическим упрочнением материала (деформационная теория)	2,0				лекциям							
	Тема 13.2. Понятие поверхности текучести (пластичности)	1,0											
	Тема 13.3. Теория изотропного упрочнения	1,0											
	Тема 13.4. Теория течения с анизотропного (кинематическим) упрочнения	2,0											
	Тема 13.5. Эффект Баушингера	2,0											
	Лабораторная работа №13 Теория течения с анизотропного (кинематическим) упрочнения		4,0			Подготовка к ЛР							
	Самостоятельная работа по освоению 13 раздела:				18,0								
	Итого по 13 разделу	8,0	4,0		18,0								
	Раздел 14. Многоцикловая усталость				Подготовка к лекциям				Конспект лекций				
	Тема 14.1. Усталость и разрушение металлов	2,0											
	Тема 14.2. ГОСТ 25502-79 "Методы механических испытаний металлов"	1,0											
	Тема 14.3. Основные стадии процесса разрушения	1,0											

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Подготовка к ЛР					
	Тема 14.4. Построение кривой усталости	1,0							
	Тема 14.5. Методы расчета усталости	1,0							
	Лабораторная работа №14 Построение кривой усталости		4,0						
	Самостоятельная работа по освоению 14 раздела:								18,0
Итого по 14 разделу		6,0	4,0		18,0				
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 15. Малоцикловая усталость					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	Тема 15.1. Малоцикловая усталость - общие положения	2,0							
	Тема 15.2. Мягкий и жесткий режимы нагружения	1,0							
	Тема 15.3. Методы расчета долговечности при стационарном нагружении	2,0							
	Тема 15.4. Оценка долговечности при нестационарном нагружении	1,0							
	Тема 15.5. Методы расчета характеристик сопротивления усталости ГОСТ 25.504-82	1,0							
	Лабораторная работа №15 Мягкий и жесткий режимы нагружения		4,0			Подготовка к ЛР			
	Самостоятельная работа по освоению 15 раздела:				18,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
	Итого по 15 разделу	7,0	4,0		18,0						
ОПК-12 ИОПК-12.1 ИОПК-12.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 16. Основы механики разрушения				Подготовка к лекциям				Конспект лекций		
	Тема 16.1. Хрупкое разрушение	2,0									
	Тема 16.2. Виды нагружения и расположения трещины	1,0									
	Тема 16.3. Критическое равновесие трещин	1,0									
	Тема 16.4. Циклическая трещиноустойчивость	1,0									
	Лабораторная работа №16 Критическое равновесие трещин		4,0			Подготовка к ЛР					
	Самостоятельная работа по освоению 16 раздела:				14,0						
	Итого по 16 разделу	6,0	4,0		14,0						
	Курсовая работа (КР)	8									
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	51,0	34,0		125,0						
	ИТОГО по дисциплине	85	68	34	137						

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Перечень контрольных вопросов по дисциплине

1. Жизненный цикл создания изделий артиллерийской отрасли. Порядок проведения расчетно-аналитических работ при создании изделий артиллерийской отрасли.
2. Механические методы исследования материалов и получаемые характеристики. Испытания при динамических и повторно-переменных нагрузках.
3. Механические свойства артиллерийских сталей и сплавов. Зависимость свойств материала от температуры и площади поперечного сечения. Основные типы сталей и сплавов применяемые при проектировании АС.
4. Получение условной и действительной диаграммы деформирования. Определение предела пропорциональности, условного предела текучести, предела прочности, остаточных пластических деформаций.
5. Метод конечного элемента при решении задач прочности. Постановка задач теории упругости. Принцип возможной работы.
6. Формулировка МКЭ в задачах прочности. Получение и свойства матрицы жесткости.
7. Построение и решение разрешающей системы алгебраических уравнений. Проблемы сходимости и точности МКЭ. Этапы решения задач по МКЭ.
8. Информационные технологии, используемые при проектировании спецмашин. Автоматизированное проектирование – CAD. Инженерный анализ – CAE. Комплексные CAD/CAE – системы.
9. Универсальные расчетно-аналитические комплексы. ANSYS.Mechanical – многофункциональная система конечно-функциональных расчетов. MSC.Software – интегрированная среда виртуальной разработки изделий и инженерных расчетов.
10. Расчет стволов в пределах упругости. Напряжения и деформации в цилиндрической трубе (задача Ляме – Гадолина). Анализ напряжений и деформаций в цилиндрической трубе.
11. Теории прочности, применяемые при расчете стволов. Понятие о запасах прочности. История видоизменения норм и запасов прочности.
12. Предел упругого сопротивления ствола-моноблока по разным теориям прочности. Анализ возможностей по увеличению предела прочности. Влияние осевого напряжения на предел прочности для трубы с доньеми.
13. Скрепленные стволы. Предел возможного сопротивления скрепленного ствола. Натяжение между стволами.
14. Теоретические основы расчета труб в упруго-пластической области. Условный предел упругости. Разрушающее давление.
15. Автоскрепление ствола. Понятие автофрикционирования. Непрерывное скрепление и наклеп. Запасы прочности по ОСТ В3-3009-82.
16. Расчет прочности ствола с учетом нагрева. Распределение термоупругих напряжений в трубе.
17. Нагрев и охлаждение стволов. Понятие о расчете температурного поля.
18. Нагрев ствола в процессе стрельбы. Охлаждение стволов. ОСТ В 3-6016-85.
19. Особенности расчета на прочность стволов миномета.

20. Экспериментальные методы определения параметров функционирования артиллерийских систем и минометов. Основы тензометрии.
21. Структура и содержание типовой программы испытаний.
22. Живучесть артиллерийских орудий.
23. Многоцикловая усталость. Построение кривой усталости.
24. Многоцикловая усталость. Характеристики усталости натурных деталей.
25. Малоцикловая усталость. Общие положения.
26. Малоцикловая усталость. Методы расчета долговечности при стационарном нагружении.
27. Теория пластичности с изотропным и кинематическим упрочнением материала (деформационная теория).
28. Основы механики разрушения (МР).
29. Хрупкое разрушение. Общие положения. Коэффициент интенсивности напряжений.
30. Хрупкое разрушение. Трещиностойкость материала. Циклическая трещиностойкость.

Перечень вопросов для подготовки к промежуточному контролю

1. Основные показатели, характеризующие прочность стали и их соотношения.
2. Что такое ψ , допускаемое ψ при приеме поковок из спецстали по ГОСТ В-5192-78.
3. Логарифмическая деформация, связь между логарифмической и обычной деформацией.
4. Зависимость характеристик материала от температуры.
5. Факторы, которые должны учитывать запасы прочности.
6. Суть одной из четырех теорий прочности.
7. Качественный вид эпюр напряжений и деформаций в трубе при действии внутреннего или наружного давлений.
8. Понятие о пределе упругого сопротивления моноблока P .
9. Сущность скрепления труб.
10. Качественный вид эпюр напряжений и деформаций в скрепленной трубе.
11. Понятие о пределе упругого сопротивления скрепленной трубы P_1^Y .
12. Понятие о действительном прочном (упругом) сопротивлении ствола.
13. По какой теории прочности при равных запасах трубы-моноблок легче.
14. По какой теории прочности при одинаковых габаритах трубы-моноблок имеет меньший запас.
15. Основные соотношения между σ_t и σ_r между ε_t и ε_r .
16. Какие допущения принимаются при расчете труб по аналитическим зависимостям.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 5 оценки знаний, умений, навыков

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	незачет

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет».

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-12. Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия.	ИОПК-12.1. Математически формулирует постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные процессы, происходящие при выстреле из ствольного оружия, физические законы, характеризующие эти процессы, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения. Умеет использовать документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИОПК-12.2. Оценивает качественно и количественно результаты решения задачи применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные процессы, происходящие при выстреле из ствольного оружия, физические законы, характеризующие эти процессы, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения. Умеет использовать документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-1. Способен осуществлять профессиональную деятельность в сферах: научно исследовательской, проектирования, производства и испытания артиллерийского вооружения.	ИПК-1.1. Осуществляет профессиональную деятельность в научно - исследовательской деятельности проектирования артиллерийского вооружения.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные процессы, происходящие при выстреле из ствольного оружия, физические законы, характеризующие эти процессы, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения. Умеет использовать документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИПК-1.2. Осуществляет профессиональную деятельность в проектировании и конструкторской разработке артиллерийского вооружения	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные процессы, происходящие при выстреле из ствольного оружия, физические законы, характеризующие эти процессы, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения. Умеет использовать документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИПК-1.4. Осуществляет профессиональную деятельность в области испытания и эксплуатации ар-	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные процессы, происходящие при выстреле из ствольного	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не засчитено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «засчитено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «засчитено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «засчитено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	тиллерийского вооружения.	оружия, физические законы, характеризующие эти процессы, непонимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	целей и выбора оптимальных способов их достижения. Умеет использовать документацию для определения круга задач.	учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

- Проектирование ИТМ. Часть 1. Курс лекций. Хитров В.Н.. Н.Новгород: НГТУ, 2011. – 77 с.
- Проектирование ИТМ. Часть 2. Курс лекций. Хитров В.Н.. Н.Новгород: НГТУ, 2011. – 92 с.
- Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия. Часть 1. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия Под ред. чл.-кор. РАРАН А.А. Королева и чл.-кор. МАНПО В.Г. Кучерова ВолгГТУ. Волгоград, 2013. – 384 с.
- Закаменных Г.И., Слуцкий В.Е., Бобков Е.И., Васильев В.С. и др Проектирование спецмашин. Часть 2. Книга 2. Лафеты. ВолгГТУ. Волгоград, 2013. – 384 с.
- Зайцев А.С. Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий Учебник, 2018 – 388 с.
- И.П. Торопцев, О.Н. Батков, С.В. Гераськов История, состояние и перспективы развития артиллерии Учебное пособие Пенза: ПАИИ, 2017. – 80 с.: ил.
- История оружия. Очерки развития артиллерии: учебник для вузов ; под ред. чл.-кор. Междунар. акад. наук пед. Образования В. Г. Кучерова ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2015. – 272 с.

6.2 Справочно-библиографическая литература

8. Угодчиков А.Г. Начальные понятия и определения механики деформируемого твердого тела. ННГУ. Н.Новгород, 1992. – 190 с.
9. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров. Справочное пособие. Машиностроение. Москва, 2004 – 510 с.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/umy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г.

Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/umy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf

3. Методические рекомендации, разработанные преподавателями кафедры «АВ» для обучающихся по данной дисциплине находятся в информационном пространстве в электронном виде на кафедре «АВ».

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

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

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научно-техническая библиотека НГТУ. <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>
2. Электронный каталог книг. <http://library.nntu.nnov.ru/>
3. Электронный каталог периодических изданий. <http://library.nntu.nnov.ru/>
4. Гости Нормы, правила, стандарты и законодательство России. <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>
5. Персональные библиографические указатели ученых НГТУ. http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl_ych.html
6. Электронная библиотека. <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>

7.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

Таблица 8 – Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
Microsoft Office	

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице **10** указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность учебных аудиторий

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Аудитория курсового и дипломного проектирования АО «ЦНИИ «Буревестник». 603950, г. Нижний Новгород, Сормовское шоссе, д. 1-а, 3-й этаж, аудитория № 1	8 рабочих мест Компьютер PC - тип 3 (8 шт.): Intel Core i5\DDR3-1333 Kingston 4 Gb\500 Gb\NVIDIA GeForce GTX 550 Ti 1024 Mb	Программное обеспечение (ПО) лицензионное, с указанием реквизитов подтверждающего документа: - Microsoft Windows 7 Professional SP 1 RUS (OEM); - Microsoft Office Professional Plus 2010 (Agreement - 3528487); - Autodesk Product Design

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			Suite Ultimate 2015 Russian (Лицензионный сертификат Autodesk Клиентский №5101721954) ПО распространяемое по свободной лицензии: - Avast Free Antivirus - Бесплатно (персональное использование) - Foxit PDF Reader - Бесплатно (персональное использование) ПО предоставляемое образовательному учреждению на бесплатной основе в учебных целях: - ANSYS Academic Student 2021 R2
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 603950, г. Нижний Новгород, Сормовское шоссе, д. 1-а, 3-й этаж, аудитория № 3	Рабочие места, оснащенные ПК на базе Intel Core i5 с мониторами – 12шт.; из них монитор – 1 шт., оборудован WEB камерой РК-910Н; проектор Panasonic PT-LB 60NTE; мультимедийный экран, белая магнитная доска	Microsoft Windows7 Microsoft Office Professional 2007 Adobe Acrobat Reader (Free-Ware); 7-zip для Windows (свободно-распространяемое ПО, лицензия GNU GPL); Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19). ANSYS Academic Student 2021 R2

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Прочность артиллерийских систем», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе, подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльная система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических работах

Подготовку к каждой практической работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании практических работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Типовые задания для практических работ

Типовые задания для практических работ приведены в учебно-методических пособиях по их проведению.

Типовые вопросы для аттестации в форме экзамена

1. Жизненный цикл создания изделий артиллерийской отрасли. Порядок проведения расчетно-аналитических работ при создании изделий артиллерийской отрасли.
2. Механические методы исследования материалов и получаемые характеристики. Испытания при динамических и повторно-переменных нагрузках.
3. Механические свойства артиллерийских сталей и сплавов. Зависимость свойств материала от температуры и площади поперечного сечения. Основные типы сталей и сплавов применяемые при проектировании АС.
4. Получение условной и действительной диаграммы деформирования. Определение предела пропорциональности, условного предела текучести, предела прочности, остаточных пластических деформаций.
5. Метод конечного элемента при решении задач прочности. Постановка задач теории упругости. Принцип возможной работы.
6. Формулировка МКЭ в задачах прочности. Получение и свойства матрицы жесткости.
7. Построение и решение разрешающей системы алгебраических уравнений. Проблемы сходимости и точности МКЭ. Этапы решения задач по МКЭ.
8. Информационные технологии, используемые при проектировании спецмашин. Автоматизированное проектирование – CAD. Инженерный анализ – CAE. Комплексные CAD/CAE – системы.
9. Универсальные расчетно-аналитические комплексы. ANSYS.Mechanical – многофункциональная система конечно-функциональных расчетов. MSC.Software – интегрированная среда виртуальной разработки изделий и инженерных расчетов.
10. Расчет стволов в пределах упругости. Напряжения и деформации в цилиндрической трубе (задача Ляме – Гадолина). Анализ напряжений и деформаций в цилиндрической трубе.
11. Теории прочности, применяемые при расчете стволов. Понятие о запасах прочности. История видоизменения норм и запасов прочности.
12. Предел упругого сопротивления ствола-моноблока по разным теориям прочности. Анализ возможностей по увеличению предела прочности. Влияние осевого напряжения на предел прочности для трубы с донышками.
13. Скрепленные стволы. Предел возможного сопротивления скрепленного ствола. Натяжение между стволами.
14. Теоретические основы расчета труб в упруго-пластической области. Условный предел упругости. Разрушающее давление.
15. Автоскрепление ствола. Понятие автофretирования. Непрерывное скрепление и наклеп. Запасы прочности по ОСТ В3-3009-82.
16. Расчет прочности ствола с учетом нагрева. Распределение термоупругих напряжений в трубе.
17. Нагрев и охлаждение стволов. Понятие о расчете температурного поля.
18. Нагрев ствола в процессе стрельбы. Охлаждение стволов. ОСТ В 3-6016-85.

19. Особенности расчета на прочность стволов миномета.
20. Экспериментальные методы определения параметров функционирования артиллерийских систем и минометов. Основы тензометрии.
21. Структура и содержание типовой программы испытаний.
22. Живучесть артиллерийских орудий.
23. Многоцикловая усталость. Построение кривой усталости.
24. Многоцикловая усталость. Характеристики усталости натурных деталей.
25. Малоцикловая усталость. Общие положения.
26. Малоцикловая усталость. Методы расчета долговечности при стационарном нагружении.
27. Теория пластичности с изотропным и кинематическим упрочнением материала (деформационная теория).
28. Основы механики разрушения (МР).
29. Хрупкое разрушение. Общие положения. Коэффициент интенсивности напряжений.
30. Хрупкое разрушение. Трещиностойкость материала. Циклическая трещиностойкость.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИПТМ
Манцеров С.А.

“23” августа 2023 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Б1.Б.38 Прочность артиллерийских систем»

для подготовки специалистов

Направление: 17.05.02 – Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие

Направленность: Артиллерийское оружие

Форма обучения: очно

Год начала подготовки: 2022, 2023

Курс 4

Семестр 7,8

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2022, 2023г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

.....;

.....;

.....

Разработчик (и): Волкова И.Е, к.т.н., доцент

«__» 2023г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры АВ

_____ протокол № _____ от «__» 2023г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой АВ _____ «__» 2023г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» 2023 г.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины «Прочность артиллерийских систем»
ОП ВО по направлению шифр 17.05.02, направленность «Артиллерийское оружие»
(квалификация выпускника –специалист)

Маликов Н.Ш., ведущий научный сотрудник АО « ЦНИИ « Буревестник» , к.т.н, проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Прочность артиллерийских систем» ОП ВО по направлению шифр – «17.05.02», направленность «Артиллерийское оружие» (специалитет) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Артиллерийское вооружение».

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению шифр – «17.05.02». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления шифр 17.05.02.

В соответствии с Программой за дисциплиной «Прочность артиллерийских систем» закреплено 2 компетенции. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Прочность артиллерийских систем» составляет 13 зачётных единицы (468 часа). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Прочность артиллерийских систем» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению шифр – 17.05.02 и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления шифр 17.05.02.

Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, участие в тестировании), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления шифр 17.05.02.

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 7 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, Интернет-ресурсы – 6 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления шифр 17.05.02.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Прочность артиллерийских систем» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Физические основы устройства оружия».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Прочность артиллерийских систем» ОПОП ВО по направлению шифр 17.05.02, направленность «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие» (квалификация выпускника – специалист), разработанная Бебенин А.Н, к.т.н., доцент соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.