

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПАРО

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Стрелково-пушечное вооружение
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	экз.
5	10	4	144	68	17	17	34	76	36	0	40	диф. зач.
ВСЕГО		8	288	136	51	34	51	152	36	0	116	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И  
РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ \_\_\_\_\_

Митряева Ольга Викторовна, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ  
ОРУЖИЕ**

Заведующий кафедрой Афанасьев А.С., д.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ**

Заведующий кафедрой Афанасьев А.С., д.т.н., доц. \_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПАРО**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-2 — способность демонстрировать знание методов проектирования автоматического оружия и всех элементов стрелково-пушечного вооружения

ОПК-12 — способность 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

ОПК-16 — способность разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных со стрелково-пушечным, артиллерийским и ракетным оружием

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-2**

*знания:*

основные понятия и определения системного проектирования;

принципы работы и моделирования функционирования механизмов лафета, физику процессов в противооткатных устройствах;

*умения:*

анализировать характеристики основных подсистем оружия и их влияние на тактико-технические характеристики артиллерийского орудия в целом;

определение рационального набора переменных проектирования для обоснования оптимальных проектных решений;

*навыки:*

практического решения проектных задач анализа и синтеза качающихся частей различных типов артиллерийских орудий.

### **ОПК-12**

*знания:*

прогнозирование путей развития систем стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия и их отдельных элементов;

*умения:*

математически формулировать постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия;

*навыки:*

качественно и количественно оценивать результаты.

### **ОПК-16**

*знания:*

понятие о различных условиях эксплуатации и их влиянии на надежность, эффективность и боеготовность систем, агрегатов и образцов в целом;

*умения:*

формулирование задач испытаний и исследований; использование принципов и методов организации работ;

*навыки:*

по организации и проведению испытаний и экспериментальных исследований образцов стрелково-пушечного вооружения, вооружения танков и САУ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПАРО** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОГО ВООРУЖЕНИЯ, ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА, СТВОЛЫ И НАПРАВЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-16 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных со стрелково-пушечным, артиллерийским и ракетным оружием
- ОПК-7 — Способен анализировать текущее состояние и тенденции развития оружия и систем вооружения
- ПСК-2 — способность демонстрировать знание методов проектирования автоматического оружия и всех элементов стрелково-пушечного вооружения

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-2	ОПК-12	ОПК-16
5	9	<b>Раздел 1. Введение. Цели и задачи дисциплины.</b> Синтез и анализ конструкции объекта вооружения согласно регламенту на жизненный цикл сложной технической системы.	8	2	2	0	0	6	1	1	1
5	9	<b>Раздел 2. Структурный синтез качающейся части.</b> Структурный синтез качающейся части.	18	10	6	0	4	8	22	22	22
5	9	<b>Раздел 3. Действие выстрела на ствол.</b> Явление свободного отката. Периоды свободного отката. Характеристика периода движения снаряда по каналу ствола. Равнодействующая сила давления пороховых газов на дно канала ствола. Уравнение движения, параметры свободного отката и импульса отдачи в период движения снаряда по каналу ствола. Период последствия. Параметры свободного отката согласно гипотезе Бравина. Учёт влияния дульного тормоза на параметры свободного отката.	21	13	6	4	3	8	6	6	6
5	9	<b>Раздел 4. Действие выстрела на лафет.</b> Действие выстрела на лафет с жёсткой установкой ствола. Действие выстрела на упругий лафет в период отката ствола. Ограничения на уровень силы сопротивления откату, вызванные условиями статической устойчивости и неподвижности САО и танка. Линия устойчивости. Нагрузки на лафет в период наката ствола. Ограничения на уровень равнодействующей наката, вызванные условиями статической устойчивости лафета.	18	8	6	0	2	10	6	6	6
5	9	<b>Раздел 5. Моделирование торможённого отката.</b> Виды схем торможения. Расчёт и построение желаемой схемы торможения отката для стационарного орудия. Возможные модели силы сопротивления откату для фронта нарастания, фронта спада, среднего участка. Расчёт опорных параметров желаемой силовой схемы торможения отката: желаемой длины отката, длины фронта нарастания и спада нагрузки, её начального и конечного значений. Формула Валье. Понятие о полусвободных режимах торможения откатных частей. Расчёт параметров торможённого отката.	23	13	4	7	2	10	6	6	6
5	9	<b>Раздел 6. Моделирование физического процесса в накатнике.</b> Расчёт начального усилия. Оценка статических сопротивлений трения в подвижных сочленениях системы откатная масса-ПОУ-люлька. Выбор степени сжатия накатника. Понятие оптимальной степени сжатия для пружинных и газовых накатников. Предельно-допустимая степень сжатия. Модель состояния газа в рабочей полости газового накатника. Силовые характеристики пружинных и газовых накатников. Энергия, аккумулированная накатником.	18	8	4	2	2	10	10	10	10
5	9	<b>Раздел 7. Гидродинамические модели функционирования тормозов откатных частей.</b> Сила гидравлического сопротивления простейшего тормоза. Уравнения энергии и расхода жидкости. Вывод формул для давления жидкости в рабочих полостях и силы на штоке при прямом и обратном ходе поршня. Коэффициент гидравлического сопротивления тормоза. Сила гидравлического сопротивления веретено-канавочного тормоза с модератором. Уравнения энергии и расхода. Вывод формул для давления жидкости в рабочих полостях и силы на штоке при прямом и обратном ходе поршня. Коэффициенты сопротивления истечению тормоза для основного и замодераторного потоков. Условие заполняемости замодераторной полости.	18	6	2	2	2	12	4	4	4
5	9	<b>Раздел 8. Моделирование схемы торможения наката.</b> Построение силовой схемы и расчёт равнодействующей наката. Уравнения движения откатных частей для характерных периодов и их решение. Расчёт параметров торможённого наката. Двух- и трёхпериодные схемы торможения.	20	8	4	2	2	12	4	4	4
<b>Всего за 9 семестр</b>			144	68	34	17	17	76	59	59	59
5	10	<b>Раздел 9. Особенности проектирования систем перезарядки танков и САУ.</b> Особенности проектирования систем перезарядки танков и САУ.	16	8	0	0	8	8	3	3	3
5	10	<b>Раздел 10. Тепловой расчёт тормоза.</b> Оценка приращения температуры. Расчёт компенсаторов.	16	8	2	2	4	8	2	2	2
5	10	<b>Раздел 11. Расчёт накатников.</b> Расчёт конструктивных параметров пружинных накатников. Расчёт конструктивных параметров гидропневматических накатников. Расчёт конструктивных параметров пневматических накатников. Расчёт дифференциальных уплотнений. Прочностной расчёт силовых элементов накатников различных конструктивно-компоновочных схем.	50	14	4	8	2	36	11	11	11

5	10	Раздел 12. Расчёт конструктивных параметров тормозов отката-наката. Прочностной расчёт силовых элементов тормоза: цилиндра, штока, веретена и др. Характеристики наиболее напряжённых режимов нагружения. Расчёт наибольших нагрузок. Оценка запасов прочности и устойчивости формы.	18	10	6	2	2	8	8	8	8
5	10	Раздел 13. Определение нагрузки на элементы качающейся части. Определение нагрузки на элементы качающейся части.	18	10	2	2	6	8	8	8	8
5	10	Раздел 14. Решение задач анализа параметров отката и наката численными методами. Решение задач анализа параметров отката и наката численными методами.	26	18	3	3	12	8	9	9	9
Всего за 10 семестр			144	68	17	17	34	76	41	41	41
Всего по дисциплине			288	136	51	34	51	152	100	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Структурный синтез качающейся части.	Формирование схемы компоновки качающейся части согласно индивидуальному заданию на курсовое проектирование.	4
2	Раздел 3. Действие выстрела на ствол.	Формирование расчётного случая на основании результатов решения прямой задачи внутренней баллистики и проекта ствола для расчёта параметров свободного отката.	3
3	Раздел 4. Действие выстрела на лафет.	Построение силовых схем нагружения артиллерийского орудия в откате и накате	2
4	Раздел 5. Моделирование торможённого отката.	Анализ составляющих сил равнодействующей силы сопротивления отката, определение максимальных и минимальных величин. Моделирование схемы торможения для стационарного орудия по аргументу «время». Построение желаемой схемы торможения по аргументу «х – путь отката».	2
5	Раздел 6. Моделирование физического процесса в накатнике.	Расчёт силовых характеристик накатника.	2
6	Раздел 7. Гидродинамические модели функционирования тормозов откатных частей.	Расчёт гидравлического сопротивления тормоза отката.	2
7	Раздел 8. Моделирование схемы торможения наката.	Построение желаемой схемы торможения наката по аргументу «l – путь наката».	2
Всего за 9 семестр			17
8	Раздел 9. Особенности проектирования систем перезарядки танков и САУ.	Изучение разновидностей автоматов зарядки с позиции анализа энергии, необходимой для обеспечения работоспособности. Анализ способов боеукладок танков и САУ.	8
9	Раздел 10. Тепловой расчёт тормоза.	Оценка приращения температуры тормоза за выстрел. Расчёт количества перерабатываемой тормозом энергии и его общей теплоёмкости. Расчёт пружинных компенсаторов. Силовая характеристика пружины. Расчёт объёма камеры компенсатора. Расчёт капилляра в диаграмме компенсатора. Расчёт пневматических компенсаторов. Силовая характеристика компенсатора. Расчёт начального объёма газа. Расчёт объёма камеры компенсатора.	4
10	Раздел 11. Расчёт	Расчёт пружинных накатников. Прочностной расчёт силовых	2

	накатников.	элементов. Расчёт 3-х цилиндрических гидропневматических накатников. Расчёт пневматических накатников. Расчёт дифференциальных уплотнений (мультипликаторов).	
11	Раздел 12. Расчёт конструктивных параметров тормозов отката-наката.	Расчёт профилей регулирующих конструктивных элементов гидравлических тормозов канавочного, веретённого и игольчатого типов. Расчёт линейных размеров тормоза отката-наката (шток, веретено, поршень, рабочая полость, блок уплотнений, крышка передняя, крышка задняя). Прочностной расчёт силовых элементов тормоза: цилиндра, штока, веретена и др. Расчётные схемы. Характеристики наиболее напряжённых режимов нагружения. Расчёт наибольших нагрузок. Оценка запасов прочности и устойчивости формы.	2
12	Раздел 13. Определение нагрузки на элементы качающейся части.	Составление силовой схемы нагружения откатных частей в откате, определение реакций в зонах опор. Составление силовой схемы нагружения качающейся части в плоскости стрельбы. Составление силовой схемы нагружения качающейся части в плоскости, перпендикулярной плоскости стрельбы, проходящей через ось цапф.	6
13	Раздел 14. Решение задач анализа параметров отката и наката численными методами.	Формирование уравнения движения откатных частей в откате на основе индивидуального технического задания на основе метода «постоянного ускорения». Формирование уравнения движения откатных частей в накате на основе индивидуального технического задания на основе метода «постоянного ускорения».	12
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Действие выстрела на ствол.	Расчёт параметров свободного отката в период движения снаряда по каналу ствола. Расчёт параметров свободного отката в период последствия по гипотезе Бравина. Расчёт параметров свободного отката в период последствия по гипотезе Бравина с учётом дульного тормоза	4
2	Раздел 5. Моделирование торможённого отката.	Расчёт параметров торможённого отката для трёх периодов торможённого отката: период роста силы R, период последствия, период инерционного отката.	7
3	Раздел 6. Моделирование физического процесса в накатнике.	Расчёт параметров физического процесса в накатнике.	2
4	Раздел 7. Гидродинамические модели функционирования тормозов откатных частей.	Расчёт силы гидравлического сопротивления на основе желаемой схемы торможения отката и наката.	2
5	Раздел 8. Моделирование схемы торможения наката.	Расчёт равнодействующей наката при различных схемах торможения наката.	2
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>17</b>
6	Раздел 10. Тепловой расчёт тормоза.	Тепловое состояние тормоза при режимной стрельбе. Дифференциальное уравнение теплового баланса тормоза и его решение.	2
7	Раздел 11. Расчёт накатников.	Моделирование состояния газа в рабочей полости накатника. Расчёт начального объёма газа. Расчёт потребного объёма	8



		жидкости. Прочностной расчёт силовых элементов. Определение количества жидкости методом искусственного отката.	
8	Раздел 12. Расчёт конструктивных параметров тормозов отката-наката.	Расчёт конструктивных параметров тормоза отката-наката веретённо-канавочного типа с помощью специализированной программы «POU».	2
9	Раздел 13. Определение нагрузки на элементы качающейся части.	Расчёт реакций в зоне опор откатных частей в откате.	2
10	Раздел 14. Решение задач анализа параметров отката и наката численными методами.	Решение дифференциальных уравнений движения отката и наката методом «постоянного ускорения» в пакете EXCEL.	3
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Цели и задачи дисциплины.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	6
2	Раздел 2. Структурный синтез качающейся части.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	8
3	Раздел 3. Действие выстрела на ствол.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	8
4	Раздел 4. Действие выстрела на лафет.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	10
5	Раздел 5. Моделирование торможённого отката.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	10
6	Раздел 6. Моделирование физического процесса в накатнике.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	10
7	Раздел 7. Гидродинамические модели функционирования тормозов откатных частей.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	12
8	Раздел 8. Моделирование схемы торможения наката.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	12
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>76</b>
9	Раздел 9. Особенности проектирования систем перезаряжания танков и САУ.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	8
10	Раздел 10. Тепловой расчёт тормоза.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	8
11	Раздел 11. Расчёт накатников.	Курсовой проект.	36
12	Раздел 12. Расчёт конструктивных параметров тормозов отката-наката.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	8
13	Раздел 13. Определение нагрузки на элементы качающейся части.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	8
14	Раздел 14. Решение задач анализа параметров отката и наката численными методами.	Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	8
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>76</b>

### 3.5. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Подготовка исходных данных	1 - 1	2

Этап 2. Расчет рациональной массы откатных частей	1 - 2	4
Этап 3. Определение параметров свободного отката	3 - 4	4
Этап 4. Определение параметров торможенного отката и построение желаемой схемы торможения откатных частей	5 - 6	4
Этап 5. Проектирование тормоза отката	7 - 8	4
Этап 6. Определение параметров торможенного наката и построение схемы торможения откатных частей в накате	9 - 10	4
Этап 7. Проектирование накатника	11 - 12	4
Этап 8. Расчет зубчатого сектора механизма вертикального наведения	13 - 14	4
Этап 9. Расчет усилий, действующих на качающуюся часть орудия	15 - 16	4
Этап 10. Подготовка курсового проекта к защите	17 - 17	2
<b>Всего за 10 семестр</b>		<b>36</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9				Отч. по ЛР, Собес		ДР			Отч. по ЛР, Собес	ДР			Отч. по ЛР, Собес			ДР	Вопр. Экз
10				Собес		ДР			Собес	ДР			Собес			ДР	КП, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Собес – собеседование;
- КП – курсовой проект;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- собеседование;
- курсовой проект;
- вопросы к экзамену;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. К. Новиков. . Системные аспекты проектирования ствольного оружия. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008, эл. рес.
2. Е. М. Белецкий. . Автоматизация заряжания орудий ВГМ. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
3. И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. . Технология и производство артиллерийского вооружения. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
4. Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок. : РПК "Политехник", 2007, 12 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Проектирование артиллерийских систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

1. Проектор.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Учебные стенды и учебное оборудование по СПАРО;
2. Компьютерный комплект.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Компьютерный комплект;
3. Учебные стенды и учебное оборудование по СПАРО.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПАРО** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2 способность демонстрировать знание методов проектирования автоматического оружия и всех элементов стрелково-пушечного вооружения;

ОПК-12 способность 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;

ОПК-16 способность разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных со стрелково-пушечным, артиллерийским и ракетным оружием.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с анализом и синтезом элементов и подсистем артиллерийского оружия танков и САУ.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- собеседование;
- курсовой проект;
- вопросы к экзамену;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **8 з.е., 288 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**152 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 288 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 152 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение. Цели и задачи дисциплины.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Б. К. Новиков. . Системные аспекты проектирования ствольного оружия: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (1) . Проектирование артиллерийских систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (1)	6
Итого по разделу 1		6
<b>Раздел 2. Структурный синтез качающейся части.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (2,3,4)	8
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Действие выстрела на ствол.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	. Проектирование артиллерийских систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (1)	8
Итого по разделу 3		8
<b>Раздел 4. Действие выстрела на лафет.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (2)	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Моделирование торможённого отката.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (1)	10
Итого по разделу 5		10
<b>Раздел 6. Моделирование физического процесса в накатнике.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (2,3,4)	10
Итого по разделу 6		10
<b>Раздел 7. Гидродинамические модели функционирования тормозов откатных частей.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (2,3,4)	12
Итого по разделу 7		12
<b>Раздел 8. Моделирование схемы торможения наката.</b>		
Углубленная проработка раздела	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских	12

учебной дисциплины.	установок: : РПК "Политехник", 2007 (2,3,4)	
Итого по разделу 8		12
<b>Раздел 9. Особенности проектирования систем перезаряжания танков и САУ.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. . Технология и производство артиллерийского вооружения: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1,2) Е. М. Белецкий. . Автоматизация заряжания орудий ВГМ: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1,2) Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (5,6,7)	8
Итого по разделу 9		8
<b>Раздел 10. Тепловой расчёт тормоза.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (2,3,4)	8
Итого по разделу 10		8
<b>Раздел 11. Расчёт накатников.</b>		
Курсовой проект.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (2,3,4)	36
Итого по разделу 11		36
<b>Раздел 12. Расчёт конструктивных параметров тормозов отката-наката.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (2,3,4)	8
Итого по разделу 12		8
<b>Раздел 13. Определение нагрузки на элементы качающейся части.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (2,3,4)	8
Итого по разделу 13		8
<b>Раздел 14. Решение задач анализа параметров отката и наката численными методами.</b>		
Углубленная проработка раздела учебной дисциплины.	Н. И. Жуков, В. Ф. Зубков, В. И. Колмаков. Проектирование спецмашин. Ч. 3 Проектирование самоходных артиллерийских установок: : РПК "Политехник", 2007 (2,3,4)	8
Итого по разделу 14		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- собеседование;
- вопросы к экзамену;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- отчет по ЛР;
- экзамен;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Собеседование

Собеседование по темам раздела. Критерием усвоения материала является наличие:

- достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение;
- использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- умение делать выводы; ход решения задачи и полученные результаты правильные (допускаются незначительные погрешности в оформлении);
- правильная интерпретация выводов, студент дает правильные и достаточно полные ответы на вопросы преподавателя.

#### Вопросы к экзамену

Перечень вопросов представлен в УМК.

#### Курсовой проект

Курсовой проект принимается с оценкой "отлично" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 3-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсового проекта.

Курсовой проект принимается с оценкой "хорошо" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 2-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсового проекта.

Курсовой проект принимается с оценкой "удовлетворительно" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 1-м правильном ответе на 3 вопроса по теме курсового проекта.

Курсовой проект не принимается при наличии замечаний к пояснительной записке.

Темы для выполнения курсового проекта размещены в УМК дисциплины.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Вопросы к дифф. зачету приведены в УМК.

#### Отчет по ЛР

Отчет по ЛР представляется в печатном виде в формате, предусмотренном файлом отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме опроса студента по выполненной работе преподавателем. В случае, если оформление отчета и ответа студента во время защиты соответствует указанным требованиям, студент получает зачет по лабораторной работе.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- несоответствие ответа индивидуальному заданию;
- неправильные ответы по существу работы;

#### Экзамен

Обучающийся на экзамене вытягивает случайным образом билет, в котором два обязательных вопроса и одна задача. Время на подготовку ответа 1 академический час. В процессе ответа по билету в



случае сомнительных высказываний обучающемуся могут быть заданы дополнительные вопросы. Оценки "отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает студент обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

### **Дифференцированный зачет**

Дифференцированный зачет проходит в форме ответов на вопросы при собеседовании с преподавателем. Критерий оценивания ответов студента:

Оценки "зачтено-отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "зачтено-хорошо" заслуживает студент обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки "зачтено-удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка "не зачтено" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-2	ОПК-12	ОПК-16	
5	9	Раздел 1. Введение. Цели и задачи дисциплины.	8	2	2	0	0	6	1	1	1	Собеседование, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 2. Структурный синтез качающейся части.	18	10	6	0	4	8	22	22	22	Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету
5	9	Раздел 3. Действие выстрела на ствол.	21	13	6	4	3	8	6	6	6	Отчет по ЛР, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 4. Действие выстрела на лафет.	18	8	6	0	2	10	6	6	6	Собеседование, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 5. Моделирование торможённого отката.	23	13	4	7	2	10	6	6	6	Отчет по ЛР, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 6. Моделирование физического процесса в накатнике.	18	8	4	2	2	10	10	10	10	Собеседование, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 7. Гидродинамические модели функционирования тормозов откатных частей.	18	6	2	2	2	12	4	4	4	Отчет по ЛР, Вопросы к экзамену
5	9	Раздел 8. Моделирование схемы торможения наката.	20	8	4	2	2	12	4	4	4	Вопросы к экзамену
Всего за 9 семестр			144	68	34	17	17	76	59	59	59	
5	10	Раздел 9. Особенности проектирования систем перезарядки танков и САУ.	16	8	0	0	8	8	3	3	3	Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 10. Тепловой расчёт тормоза.	16	8	2	2	4	8	2	2	2	Отчет по ЛР, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	Раздел 11. Расчёт накатников.	50	14	4	8	2	36	11	11	11	Отчет по ЛР, Курсовой проект, Вопросы к дифференцированному зачету

5	10	<b>Раздел 12. Расчёт конструктивных параметров тормозов отката-наката.</b>	18	10	6	2	2	8	8	8	8	Отчет по ЛР, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	<b>Раздел 13. Определение нагрузки на элементы качающейся части.</b>	18	10	2	2	6	8	8	8	8	Отчет по ЛР, Вопросы к дифференцированному зачету
5	10	<b>Раздел 14. Решение задач анализа параметров отката и наката численными методами.</b>	26	18	3	3	12	8	9	9	9	Отчет по ЛР, Вопросы к дифференцированному зачету
<b>Всего за 10 семестр</b>			144	68	17	17	34	76	41	41	41	
<b>Всего по дисциплине</b>			288	136	51	34	51	152	100	100	100	

## Оценочные материалы

### ПСК-2 - способность демонстрировать знание методов проектирования автоматического оружия и всех элементов стрелково-пушечного вооружения

Вопросы открытого типа:

- № 1 Определить максимальную величину силы сопротивления движению снаряда со стороны нарезов при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_o=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{\max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последствия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Ответ дать в Н.
- № 2 Определить полное время отката для корабельной артиллерийской установки. Известно, что масса откатных частей  $M_o=3400$  кг, калибр  $d=130$  мм, масса снаряда  $q=33,4$  кг, масса метательного заряда  $\omega=10,53$  кг, дульное давление  $p_d=90$  МПа, максимальное давление в канале ствола  $p_{\max}=345$  МПа, начальная скорость снаряда  $V_0=980$  м/с, длина отката  $\lambda=0,7$  м.
- Ответ дать в мс.
- № 3 На сколько процентов следует изменить объём жидкости в гидропневматическом накатнике, чтобы поднять степень сжатия на 10%? Известно, что объём полости накатника  $W_n=5,5$  л, длина отката  $\lambda=0,7$  м, объём жидкости в накатнике  $W_{ж}=3,4$  л, рабочая площадь поршня накатника  $A_n=0,2$  дм<sup>2</sup>. Допущение: показатель политропы  $n=1$ .
- Ответ дать в %.
- № 4 Определить давление в гидропневматическом накатнике при  $x=\lambda/2$ , если начальное давление равно 5 МПа, длина отката  $\lambda=0,5$  м, степень сжатия  $m=2,8$ , показатель политропы  $n=1,3$ .
- Ответ дать в МПа в виде десятичной дроби, округленной до десятого знака.
- № 5 Определить величину равнодействующей силы для периода замедленного наката стационарного артиллерийского орудия, если масса откатных частей  $M_o=1200$  кг, длина отката  $\lambda=0,89$  м, путь выбора вакуума  $\rho_v=0,231$  м, максимальная скорость  $u_{\max}=1,68$  м/с.
- Ответ дать в Н в виде целого числа.
- № 6 Определить предельную величину равнодействующей силы в конце наката для полевого орудия согласно условию устойчивости. Известно, что коэффициент запаса устойчивости  $\eta=0,8$ , сила тяжести  $Q_b=31400$  Н, плечо действия силы  $Q_b$  относительно центра тяжести опоры сошника  $D_0=3,5$  м, плечо действия силы  $N_{лб}$  относительно центра тяжести опоры сошника  $L=3,85$  м, высота линии огня  $H=0,95$  м.
- Ответ дать в Н в виде целого числа.
- № 7 Определить расчётную максимальную силу гидравлического сопротивления тормоза наката  $F_{тн \max}$  в момент выбора вакуума. Известно, что длина отката  $\lambda=0,89$  м, путь выбора вакуума  $\rho_v=0,231$  м, расчётный угол возвышения орудия  $\phi_r=0$  град, сила трения  $R_f=4345$  Н, функция изменения силы накатника в откате  $P=17,0 \cdot 10^3 \cdot (1,76/(1,76-x))^{1,3}$  Н.
- Ответ дать в Н в виде целого числа.
- № 8 Определить избыточную силу накатника в начале наката. Известно, что начальная сила накатника  $P_0=17,0 \cdot 10^3$  Н, степень сжатия  $m=2,5$ , сила трения  $R_f=3414$  Н, масса откатных частей  $M_o=1200$  кг, расчётный угол возвышения орудия  $\phi_r=60$  град.
- Ответ дать в Н в виде целого числа.

- № 9 Определить избыточную энергию пружинного накатника в начале наката при минимальном угле возвышения орудия  $\varphi_{\min}=0$  град. Известно, что начальная сила накатника  $P_0=17000$  Н, длина отката  $\lambda=0,89$  м, степень сжатия  $m=2$ , сила трения  $R_f=4345$  Н.
- Ответ дать в Дж в виде целого числа.
- № 10 Определить суммарную силу трения на направляющих и в уплотнениях при угле возвышения орудия  $\varphi=0$  град, если коэффициент трения  $f=0,16$ ,  $M_0=1200$  кг.
- Ответ дать в Н в виде целого числа.
- Вопросы закрытого типа:
- № 1 Определить максимальное значение приведенной силы давления пороховых газов на дно канала ствола  $P_{кн}$  (МН) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_0=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{\max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последствия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Варианты ответа:
- A) 0,9;  
B) 1,2;  
C) 1,5;  
D) 1,85.
- № 2 Определить максимальное максимальное ускорение (м/с<sup>2</sup>) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_0=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{\max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последствия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Варианты ответа:
- A)  $100 \cdot g$ ;  
B)  $120 \cdot g$ ;  
C)  $290 \cdot g$ ;  
D)  $350 \cdot g$ .
- № 3 Определить максимальную величину силы сопротивления движению снаряда со стороны нарезов (Н) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_0=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{\max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последствия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Варианты ответа:
- A) 15000;  
B) 37000;

- С) 9000;  
D) 4500.
- № 4 Определить суммарный импульс отдачи ( $H \cdot c$ ) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_o=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{\max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последствия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Варианты ответа:
- A) 10210;  
B) 13530;  
C) 156500;  
D) 210700.
- № 5 Из условий обеспечения неподвижности при выстреле 100 мм пушки с жёстким лафетом определить необходимую величину площади сошниковых опор  $S_c$  при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m=300$  МПа, допустимое удельное давление сошников на грунт  $q_{уд}=0,3$  МПа. Угол захода сошника с вертикалью  $30$  град. Расчёт провести при угле возвышения орудия  $\phi=0$  град.
- Варианты ответа:
- A)  $[9,0-10,0]$  м<sup>2</sup>;  
B)  $[8,0-9,0]$  м<sup>2</sup>;  
C)  $[6,0-7,0]$  м<sup>2</sup>;  
D)  $[3,0-4,0]$  м<sup>2</sup>;  
E)  $[1,0-2,0]$  м<sup>2</sup>.
- № 6 Из условий обеспечения неподвижности при выстреле 100 мм пушки с упругим лафетом определить необходимую величину площади сошниковых опор  $S_c$  при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m=300$  МПа, наибольшее значение силы сопротивления откату  $R=P_{кн}/20$ , допустимое удельное давление сошников на грунт  $q_{уд}=0,5$  МПа. Угол захода сошника с вертикалью  $30$  град. Расчёт провести при угле возвышения орудия  $\phi=0$  град.
- Варианты ответа:
- A)  $[0,1-0,2]$  м<sup>2</sup>;  
B)  $[0,2-0,3]$  м<sup>2</sup>;  
C)  $[0,3-0,4]$  м<sup>2</sup>;  
D)  $[0,4-0,5]$  м<sup>2</sup>.
- № 7 Из условий обеспечения устойчивости при выстреле 100 мм пушки с жёстким лафетом определить необходимую длину станин при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m=300$  МПа, высота линии огня  $H_0=1000$  мм, масса орудия в боевом положении  $2000$  кг, плечо динамической пары  $e=0$ .
- Варианты ответа:
- A)  $[10-20]$  м;

- В) [30-40] м;  
 С) [50-60] м;  
 D) [80-90] м;  
 E) [120-130] м.
- № 8 Из условий обеспечения устойчивости при выстреле 100 мм пушки с упругим лафетом определить необходимую длину станин при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m = 300$  МПа, наибольшее значение силы сопротивления откату  $R = R_{кн}/30$ , высота линии огня  $H_0 = 1000$  мм, масса орудия в боевом положении 2000 кг, плечо динамической пары  $e = 0$ .
- Варианты ответа:
- A) [1,0-2,0] м;  
 B) [2,0-3,0] м;  
 C) [3,0-4,0] м;  
 D) [4,0-5,0] м;  
 E) [5,0-6,0] м.
- № 9 Что хуже для артиллерийского орудия при накате?
- A) клевок;  
 B) наброс.
- № 10 При каких углах возвышения существует наибольшая опасность клевка при накате?
- A)  $\varphi_{тах}$ ;  
 B)  $\varphi = 0$  град;  
 C)  $\varphi < 0$  град.

**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**

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Определить максимальную величину силы сопротивления движению снаряда со стороны нарезов при следующих начальных данных: калибр САУ  $d = 85$  мм, масса снаряда  $q = 9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega = 3,32$  кг, масса откатных частей  $M_o = 650$  кг, длина отката  $\lambda = 500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0 = 900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{тах} = 303$  МПа, дульное давление  $p_d = 87$  МПа, дульное время  $t_d = 9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d = 4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1 = 1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s = 0,82$ . Коэффициент последствия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Ответ дать в Н.
- № 2 Определить полное время отката для корабельной артиллерийской установки. Известно, что масса откатных частей  $M_o = 3400$  кг, калибр  $d = 130$  мм, масса снаряда  $q = 33,4$  кг, масса метательного заряда  $\omega = 10,53$  кг, дульное давление  $p_d = 90$  МПа, максимальное давление в канале ствола  $p_{тах} = 345$  МПа, начальная скорость снаряда  $V_0 = 980$  м/с, длина отката  $\lambda = 0,7$  м.
- Ответ дать в мс.
- № 3 На сколько процентов следует изменить объём жидкости в гидропневматическом накатнике, чтобы поднять степень сжатия на 10%? Известно, что объём полости накатника  $W_n = 5,5$  л, длина отката  $\lambda = 0,7$  м, объём жидкости в накатнике  $W_{ж} = 3,4$  л,

рабочая площадь поршня накатника  $A_n = 0,2 \text{ дм}^2$ . Допущение: показатель политропы  $n = 1$ .

Ответ дать в %.

- № 4 Определить давление в гидropневматическом накатнике при  $x = \lambda/2$ , если начальное давление равно  $5 \text{ МПа}$ , длина отката  $\lambda = 0,5 \text{ м}$ , степень сжатия  $m = 2,8$ , показатель политропы  $n = 1,3$ .

Ответ дать в МПа в виде десятичной дроби, округленной до десятого знака.

- № 5 Определить величину равнодействующей силы для периода замедленного наката стационарного артиллерийского орудия, если масса откатных частей  $M_o = 1200 \text{ кг}$ , длина отката  $\lambda = 0,89 \text{ м}$ , путь выбора вакуума  $\rho_v = 0,231 \text{ м}$ , максимальная скорость  $u_{\max} = 1,68 \text{ м/с}$ .

Ответ дать в Н в виде целого числа.

- № 6 Определить предельную величину равнодействующей силы в конце наката для полевого орудия согласно условию устойчивости. Известно, что коэффициент запаса устойчивости  $\eta = 0,8$ , сила тяжести  $Q_b = 31400 \text{ Н}$ , плечо действия силы  $Q_b$  относительно центра тяжести опоры сошки  $D_0 = 3,5 \text{ м}$ , плечо действия силы  $N_{лб}$  относительно центра тяжести опоры сошки  $L = 3,85 \text{ м}$ , высота линии огня  $H = 0,95 \text{ м}$ .

Ответ дать в Н в виде целого числа.

- № 7 Определить расчётную максимальную силу гидравлического сопротивления тормоза наката  $F_{тн \max}$  в момент выбора вакуума. Известно, что длина отката  $\lambda = 0,89 \text{ м}$ , путь выбора вакуума  $\rho_v = 0,231 \text{ м}$ , расчётный угол возвышения орудия  $\phi_r = 0 \text{ град}$ , сила трения  $R_f = 4345 \text{ Н}$ , функция изменения силы накатника в откате  $P = 17,0 \cdot 10^3 \cdot (1,76 / (1,76 - x))^{1,3} \text{ Н}$ .

Ответ дать в Н в виде целого числа.

- № 8 Определить избыточную силу накатника в начале наката. Известно, что начальная сила накатника  $P_0 = 17,0 \cdot 10^3 \text{ Н}$ , степень сжатия  $m = 2,5$ , сила трения  $R_f = 3414 \text{ Н}$ , масса откатных частей  $M_o = 1200 \text{ кг}$ , расчётный угол возвышения орудия  $\phi_r = 60 \text{ град}$ .

Ответ дать в Н в виде целого числа.

- № 9 Определить избыточную энергию пружинного накатника в начале наката при минимальном угле возвышения орудия  $\phi_{\min} = 0 \text{ град}$ . Известно, что начальная сила накатника  $P_0 = 17000 \text{ Н}$ , длина отката  $\lambda = 0,89 \text{ м}$ , степень сжатия  $m = 2$ , сила трения  $R_f = 4345 \text{ Н}$ .

Ответ дать в Дж в виде целого числа.

- № 10 Определить суммарную силу трения на направляющих и в уплотнениях при угле возвышения орудия  $\phi = 0 \text{ град}$ , если коэффициент трения  $f = 0,16$ ,  $M_o = 1200 \text{ кг}$ .

Ответ дать в Н в виде целого числа.

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Определить максимальное значение приведенной силы давления пороховых газов на дно канала ствола  $P_{кн} (МН)$  при следующих начальных данных: калибр САУ  $d = 85 \text{ мм}$ , масса снаряда  $q = 9,39 \text{ кг}$ , масса метательного заряда  $\omega = 3,32 \text{ кг}$ , масса откатных частей  $M_o = 650 \text{ кг}$ , длина отката  $\lambda = 500 \text{ мм}$ , начальная скорость снаряда  $V_0 = 900 \text{ м/с}$ , максимальное давление в канале ствола  $p_{\max} = 303 \text{ МПа}$ , дульное давление  $p_d = 87 \text{ МПа}$ , дульное время  $t_d = 9 \text{ мс}$ , путь снаряда до дульного момента времени  $l_d = 4,2 \text{ м}$ , коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1 = 1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s = 0,82$ . Коэффициент последствия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.

Варианты ответа:

А) 0,9;

В) 1,2;

С) 1,5;



- № 2 D) 1,85.  
 Определить максимальное максимальное ускорение ( $m/c^2$ ) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_o=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последействия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Варианты ответа:
- A)  $100 \cdot g$ ;  
 B)  $120 \cdot g$ ;  
 C)  $290 \cdot g$ ;  
 D)  $350 \cdot g$ .
- № 3 Определить максимальную величину силы сопротивления движению снаряда со стороны нарезов ( $H$ ) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_o=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последействия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Варианты ответа:
- A) 15000;  
 B) 37000;  
 C) 9000;  
 D) 4500.
- № 4 Определить суммарный импульс отдачи ( $H \cdot c$ ) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_o=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последействия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Варианты ответа:
- A) 10210;  
 B) 13530;  
 C) 156500;  
 D) 210700.
- № 5 Из условий обеспечения неподвижности при выстреле 100 мм пушки с жёстким лафетом определить необходимую величину площади сошниковых опор  $S_c$  при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_t=300$  МПа, допустимое удельное давление сошников на грунт  $q_{уд}=0,3$  МПа. Угол захода сошника с вертикалью  $30$  град. Расчёт провести при угле возвышения орудия  $\phi=0$  град.
- Варианты ответа:

- А)  $[9,0-10,0] \text{ м}^2$ ;  
 В)  $[8,0-9,0] \text{ м}^2$ ;  
 С)  $[6,0-7,0] \text{ м}^2$ ;  
 D)  $[3,0-4,0] \text{ м}^2$ ;  
 E)  $[1,0-2,0] \text{ м}^2$ .
- № 6 Из условий обеспечения неподвижности при выстреле 100 мм пушки с упругим лафетом определить необходимую величину площади сошниковых опор  $S_c$  при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m = 300 \text{ МПа}$ , наибольшее значение силы сопротивления откату  $R = P_{кн}/20$ , допустимое удельное давление сошников на грунт  $q_{уд} = 0,5 \text{ МПа}$ . Угол захода сошника с вертикалью  $30 \text{ град}$ . Расчёт провести при угле возвышения орудия  $\varphi = 0 \text{ град}$ .
- Варианты ответа:
- А)  $[0,1-0,2] \text{ м}^2$ ;  
 В)  $[0,2-0,3] \text{ м}^2$ ;  
 С)  $[0,3-0,4] \text{ м}^2$ ;  
 D)  $[0,4-0,5] \text{ м}^2$ .
- № 7 Из условий обеспечения устойчивости при выстреле 100 мм пушки с жёстким лафетом определить необходимую длину станин при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m = 300 \text{ МПа}$ , высота линии огня  $H_0 = 1000 \text{ мм}$ , масса орудия в боевом положении  $2000 \text{ кг}$ , плечо динамической пары  $e = 0$ .
- Варианты ответа:
- А)  $[10-20] \text{ м}$ ;  
 В)  $[30-40] \text{ м}$ ;  
 С)  $[50-60] \text{ м}$ ;  
 D)  $[80-90] \text{ м}$ ;  
 E)  $[120-130] \text{ м}$ .
- № 8 Из условий обеспечения устойчивости при выстреле 100 мм пушки с упругим лафетом определить необходимую длину станин при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m = 300 \text{ МПа}$ , наибольшее значение силы сопротивления откату  $R = P_{кн}/30$ , высота линии огня  $H_0 = 1000 \text{ мм}$ , масса орудия в боевом положении  $2000 \text{ кг}$ , плечо динамической пары  $e = 0$ .
- Варианты ответа:
- А)  $[1,0-2,0] \text{ м}$ ;  
 В)  $[2,0-3,0] \text{ м}$ ;  
 С)  $[3,0-4,0] \text{ м}$ ;  
 D)  $[4,0-5,0] \text{ м}$ ;  
 E)  $[5,0-6,0] \text{ м}$ .
- № 9 Что хуже для артиллерийского орудия при накате?
- А) клевок;  
 В) наброс.
- № 10 При каких углах возвышения существует наибольшая опасность клевка при

накате?

А)  $\varphi_{\text{тах}}$ ;

В)  $\varphi=0$  град;

С)  $\varphi<0$  град.

**ОПК-16 - Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных со стрелково-пушечным, артиллерийским и ракетным оружием**

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Определить максимальную величину силы сопротивления движению снаряда со стороны нарезов при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_o=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{\text{тах}}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\varphi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последствия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.
- Ответ дать в Н.
- № 2 Определить полное время отката для корабельной артиллерийской установки. Известно, что масса откатных частей  $M_o=3400$  кг, калибр  $d=130$  мм, масса снаряда  $q=33,4$  кг, масса метательного заряда  $\omega=10,53$  кг, дульное давление  $p_d=90$  МПа, максимальное давление в канале ствола  $p_{\text{тах}}=345$  МПа, начальная скорость снаряда  $V_0=980$  м/с, длина отката  $\lambda=0,7$  м.
- Ответ дать в мс.
- № 3 На сколько процентов следует изменить объём жидкости в гидропневматическом накатнике, чтобы поднять степень сжатия на 10%? Известно, что объём полости накатника  $W_n=5,5$  л, длина отката  $\lambda=0,7$  м, объём жидкости в накатнике  $W_{ж}=3,4$  л, рабочая площадь поршня накатника  $A_n=0,2$  дм<sup>2</sup>. Допущение: показатель политропы  $n=1$ .
- Ответ дать в %.
- № 4 Определить давление в гидропневматическом накатнике при  $x=\lambda/2$ , если начальное давление равно 5 МПа, длина отката  $\lambda=0,5$  м, степень сжатия  $m=2,8$ , показатель политропы  $n=1,3$ .
- Ответ дать в МПа в виде десятичной дроби, округленной до десятого знака.
- № 5 Определить величину равнодействующей силы для периода замедленного наката стационарного артиллерийского орудия, если масса откатных частей  $M_o=1200$  кг, длина отката  $\lambda=0,89$  м, путь выбора вакуума  $p_v=0,231$  м, максимальная скорость  $u_{\text{тах}}=1,68$  м/с.
- Ответ дать в Н в виде целого числа.
- № 6 Определить предельную величину равнодействующей силы в конце наката для полевого орудия согласно условию устойчивости. Известно, что коэффициент запаса устойчивости  $\eta=0,8$ , сила тяжести  $Q_6=31400$  Н, плечо действия силы  $Q_6$  относительно центра тяжести опоры сошника  $D_0=3,5$  м, плечо действия силы  $N_{\text{лб}}$  относительно центра тяжести опоры сошника  $L=3,85$  м, высота линии огня  $H=0,95$  м.
- Ответь дать в Н в виде целого числа.
- № 7 Определить расчётную максимальную силу гидравлического сопротивления тормоза наката  $F_{\text{тн тах}}$  в момент выбора вакуума. Известно, что длина отката  $\lambda=0,89$  м, путь выбора вакуума  $p_v=0,231$  м, расчётный угол возвышения орудия  $\varphi_r=0$  град, сила трения  $R_f=4345$  Н, функция изменения силы накатника в откате  $P=17,0 \cdot 10^3 \cdot (1,76/(1,76-x))^{1,3}$  Н.
- Ответь дать в Н в виде целого числа.
- № 8 Определить избыточную силу накатника в начале наката. Известно, что начальная

сила накатника  $P_0=17,0 \cdot 10^3$  Н, степень сжатия  $m=2,5$ , сила трения  $R_f=3414$  Н, масса откатных частей  $M_0=1200$  кг, расчетный угол возвышения орудия  $\varphi_r=60$  град.

Ответ дать в Н в виде целого числа.

- № 9 Определить избыточную энергию пружинного накатника в начале наката при минимальном угле возвышения орудия  $\varphi_{min}=0$  град. Известно, что начальная сила накатника  $P_0=17000$  Н, длина отката  $\lambda=0,89$  м, степень сжатия  $m=2$ , сила трения  $R_f=4345$  Н.

Ответ дать в Дж в виде целого числа.

- № 10 Определить суммарную силу трения на направляющих и в уплотнениях при угле возвышения орудия  $\varphi=0$  град, если коэффициент трения  $f=0,16$ ,  $M_0=1200$  кг.

Ответ дать в Н в виде целого числа.

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Определить максимальное значение приведенной силы давления пороховых газов на дно канала ствола  $P_{кн}$  (МН) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_0=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последействия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.

Варианты ответа:

A) 0,9;

B) 1,2;

C) 1,5;

D) 1,85.

- № 2 Определить максимальное ускорение (м/с<sup>2</sup>) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_0=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последействия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.

Варианты ответа:

A) 100·g;

B) 120·g;

C) 290·g;

D) 350·g.

- № 3 Определить максимальную величину силы сопротивления движению снаряда со стороны нарезов (Н) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_0=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последействия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.

Варианты ответа:

- A) 15000;
- B) 37000;
- C) 9000;
- D) 4500.

№ 4

Определить суммарный импульс отдачи ( $H \cdot c$ ) при следующих начальных данных: калибр САУ  $d=85$  мм, масса снаряда  $q=9,39$  кг, масса метательного заряда  $\omega=3,32$  кг, масса откатных частей  $M_o=650$  кг, длина отката  $\lambda=500$  мм, начальная скорость снаряда  $V_0=900$  м/с, максимальное давление в канале ствола  $p_{\max}=303$  МПа, дульное давление  $p_d=87$  МПа, дульное время  $t_d=9$  мс, путь снаряда до дульного момента времени  $l_d=4,2$  м, коэффициент В.Е. Слухоцкого  $\phi_1=1,02$ , коэффициент глубины нарезов  $n_s=0,82$ . Коэффициент последствия считать по формуле Артиллерийского Морского НИИ.

Варианты ответа:

- A) 10210;
- B) 13530;
- C) 156500;
- D) 210700.

№ 5

Из условий обеспечения неподвижности при выстреле 100 мм пушки с жёстким лафетом определить необходимую величину площади сошниковых опор  $S_c$  при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m=300$  МПа, допустимое удельное давление сошников на грунт  $q_{уд}=0,3$  МПа. Угол захода сошника с вертикалью  $30$  град. Расчёт провести при угле возвышения орудия  $\phi=0$  град.

Варианты ответа:

- A)  $[9,0-10,0]$  м<sup>2</sup>;
- B)  $[8,0-9,0]$  м<sup>2</sup>;
- C)  $[6,0-7,0]$  м<sup>2</sup>;
- D)  $[3,0-4,0]$  м<sup>2</sup>;
- E)  $[1,0-2,0]$  м<sup>2</sup>.

№ 6

Из условий обеспечения неподвижности при выстреле 100 мм пушки с упругим лафетом определить необходимую величину площади сошниковых опор  $S_c$  при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m=300$  МПа, наибольшее значение силы сопротивления откату  $R=P_{кн}/20$ , допустимое удельное давление сошников на грунт  $q_{уд}=0,5$  МПа. Угол захода сошника с вертикалью  $30$  град. Расчёт провести при угле возвышения орудия  $\phi=0$  град.

Варианты ответа:

- A)  $[0,1-0,2]$  м<sup>2</sup>;
- B)  $[0,2-0,3]$  м<sup>2</sup>;
- C)  $[0,3-0,4]$  м<sup>2</sup>;
- D)  $[0,4-0,5]$  м<sup>2</sup>.

№ 7

Из условий обеспечения устойчивости при выстреле 100 мм пушки с жёстким лафетом определить необходимую длину станин при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m=300$  МПа, высота линии огня  $H_0=1000$  мм, масса орудия в боевом положении  $2000$  кг, плечо динамической пары  $e=0$ .

Варианты ответа:

A) [10-20] м;

B) [30-40] м;

C) [50-60] м;

D) [80-90] м;

E) [120-130] м.

№ 8

Из условий обеспечения устойчивости при выстреле 100 мм пушки с упругим лафетом определить необходимую длину станин при следующих начальных данных: максимальное давление в канале ствола  $p_m = 300$  МПа, наибольшее значение силы сопротивления откату  $R = P_{кн}/30$ , высота линии огня  $H_0 = 1000$  мм, масса орудия в боевом положении 2000 кг, плечо динамической пары  $e = 0$ .

Варианты ответа:

A) [1,0-2,0] м;

B) [2,0-3,0] м;

C) [3,0-4,0] м;

D) [4,0-5,0] м;

E) [5,0-6,0] м.

№ 9

Что хуже для артиллерийского орудия при накате?

A) клевок;

B) наброс.

№ 10

При каких углах возвышения существует наибольшая опасность клевка при накате?

A)  $\varphi_{тах}$ ;

B)  $\varphi = 0$  град;

C)  $\varphi < 0$  град.