

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 22 » декабря 20 20 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Проектирование стволов и затворов  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 360 (10)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и  
ракетное оружие  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Артиллерийское оружие  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Подготовка специалистов к участию в создании новых ствольных систем, в разработке новых технических решений, математического обеспечения и программных реализаций автоматизированных систем проектирования; изложение методов расчета и проектирования артиллерийского оружия в целом и исполнительных механизмов автоматики; ознакомление с принципами проектирования и обоснования систем допущений при инженерных расчетах.

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

– стволы артиллерийских орудий, надульные и наствольные устройства, казенники и механизмы затворов;  
– нагрузки, действующие на элементы ствольной группы при выстреле;  
– требования, предъявляемые к стволам артиллерийских орудий;  
– методы расчета и проектирования элементов ствольной группы артиллерийского орудия.

## 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-15	ИД-1ОПК-15	Знает: – требования, предъявляемые к трубе, казеннику, механизмам затвора, надульным и наствольным устройствам; – существующие типы труб, казенников, механизмов затворов, надульных и наствольных устройств, их преимущества и недостатки	Знает способы четкого формулирования целей и задач проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия.	Тест
ОПК-15	ИД-2ОПК-15	Умеет: – формулировать цели и задачи проектирования элементов ствольной группы	Умеет четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия.	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-15	ИД-3ОПК-15	Владеет навыками: – выбора типа заряжания артиллерийского орудия, казенника, состава и типов механизмов затвора и перезаряжания, надульных и наствольных устройств.	Владеет навыками четкого формулирования целей и задач проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия.	Экзамен
ПКО-3	ИД-1ПКО-3	Знает: – правила выбора параметров нарезки, элементов камеры орудия, коэффициентов запаса прочности для различных участков ствола; – методику выбора радиуса сопряжения кожуха и трубы скрепленного ствола, величины натяга; – методику выбора величины зазора ствола с лейнером; – понятие живучести стволов и основные механизмы их износа; – основные требования к надульным устройствам, казенникам и их классификацию; – принципы действия запирающих механизмов и механизмов перезаряжания затворов стрелково-пушечного и артиллерийского оружия	Знает различные методы проектирования и методики расчета артиллерийского оружия.	Тест
ПКО-3	ИД-2ПКО-3	Умеет: – вычислять нагрузки, действующие на ствол орудия при выстреле; – строить кривую наибольших давлений в канале ствола при выстреле; – вычислять предел упругого сопротивления ствола-моноблока, пределы действительного прочного сопротивления	Умеет применять различные методы проектирования и методики расчета артиллерийского оружия.	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		скрепленного ствола и ствола с лейнером; – вычислять нагрузки, действующие на казенник и надульные устройства; – решать задачи кинематики и динамики механизмов затворов;		
ПКО-3	ИД-3ПКО-3	Владеет навыками: – проектирования ствола-моноблока, скрепленного ствола и ствола с лейнером; – расчета живучести ствола; – расчета и проектирования казенников, надульных и наствольных устройств; – расчета и проектирования запирающих механизмов и механизмов перезаряжания затворов стрелково-пушечного и артиллерийского оружия.	Владеет навыками применения различных методов проектирования и методики расчета артиллерийского оружия.	Экзамен

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	9
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	128	64	64
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	52	26	26
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	72	36	36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	160	80	80
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	72	36	36
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	360	180	180

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Предмет и задачи дисциплины.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Стволы-моноблоки	6	0	14	35
<p>Тема 1. Нагрузки, действующие на ствол при выстреле Силы давления пороховых газов. Силы взаимодействия ствола со сна-рядом: давление ведущего пояска на стенки ствола, сила давления ведущего пояска на боевую грань нарезки, силы статической и динамической неуравновешенности снаряда, сила, действующая на ствол вследствие зазора между центрирующим утолщением снаряда и полями нарезов, сила, возникающая вследствие кривизны канала ствола. Силы, приложенные к стволу со стороны люльки, противооткатных устройств и дульного тормоза. Силы инерции ствола. Тепловая нагрузка на ствол.</p> <p>Тема 2 Стволы-моноблоки Деформации и напряжения в стенках трубы. Предел упругого сопротивления ствола-моноблока. Проектирование ствола-моноблока.</p>				
Скрепленные и лейнированные стволы	15	0	18	35
<p>Тема 3 Скрепленные стволы Суть скрепления труб. Напряжения и давления в стенках скрепленного ствола, вызванные скреплением. Напряжения и давления в стенках скрепленного ствола от выстрела. Предел упругого сопротивления скрепленного ствола. Критерий выбора расчетных формул. Предел действительного прочного сопротивления скрепленного ствола. Расчет на прочность скрепленного двухслойного ствола по теории Сен-Венана. Порядок проверочного расчета на прочность двухслойного скрепленного ствола.</p> <p>Тема 4 Автофретированные стволы Теоретические основы автоскрепления. Расчет давления автофретажа. Определение остаточных напряжений и давлений от автоскрепления. Степень увеличения прочного сопротивления ствола при автоскреплении. Преимущества автоскрепленного ствола. Применение автоскрепления стволов. Способы автоскрепления.</p> <p>Тема 5 Лейнированные стволы Стволы с лейнером. Расчет давления прилегания. Расчет давлений и напряжений от дополнительного давления. Предел действительного прочного сопротивления ствола с лейнером.</p>				
Колебания и живучесть стволов	4	0	4	10
<p>Тема 6 Колебания и изгиб стволов Радиальные колебания. Поперечные колебания. Колебания кручения. Угол вылета.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 7 Живучесть стволов Краткие сведения о живучести стволов. Общая характеристика процессов, определяющих износ стволов. Основные механизмы изнашивания стволов и их причины. Методы расчета живучести стволов.				
ИТОГО по 8-му семестру	26	0	36	80
9-й семестр				
Теоретические основы расчета казенников, надульных и наствольных устройств	6	0	12	32
Тема 8. Проектирование надульных и наствольных устройств Расчет дульных тормозов. Расчет эжекционных устройств. Тема 9. Расчет казенников Основные требования к казенникам и их классификация. Расчет нагрузки на казенник. Расчет навинтовой части казенника. Расчет казенников с клино-выми затворами. Расчет казенников с поршневыми затворами.				
Теоретические основы решения задач расчета и проектирования запирающих механизмов и механизмов перезарядки затворов стрелково-пушечного и артиллерийского оружия	6	0	10	20
Тема 10. Механизмы затворов, механические связи их элементов, расчетные характеристики и модели Основные механизмы затворов стрелково-пушечного и артиллерийского оружия, их назначение и особенности функционирования. Понятие скорострельности. Классификация систем ствольного оружия по степени автоматизации, способам потребления энергии, конструктивному исполнению механизмов затвора. Простые механические двухзвенные связи типа: «ползун-ползун», «ползун-кулачок», «кулачок-ползун», «кулачок-кулачок». Шарниры, кулисные механизмы, защелки, толкатели, пружины. Трение в связях. Характеристики простой механической связи: передаточная функция, коэффициент полезного действия. Получение расчетных зависимостей характеристик для простых связей. Оптимальные параметры простых связей. Аналитические зависимости изменения характеристик связи «ползун-рычаг». Тема 11. Методы решения задач кинематики и динамики механизмов затворов Уравнения движения механизмов и способы их решения. Приведенная масса, приведенная сила, коэффициенты приведения масс и сил. Особенности функционирования механизмов с				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
переменной передаточной функцией и коэффициентом полезного действия. Ударные процессы в механизмах. Коэффициент восстановления скоростей соударяющихся звеньев, жесткие и мягкие удары, независимые и связывающие удары. Определение изменения скоростей звеньев после жесткого удара.				
Расчет и проектирование запирающих механизмов и механизмов перезарядания	14	0	14	28
<p>Тема 12. Методы расчета и проектирования запирающих механизмов клиновых затворов Расчет запирающего механизма клинового затвора. Анализ условий самоторможения клина при выстреле. Оценка осевой жесткости узла запираения по условию осевой прочности гильзы при выстреле. Расчет радиальной деформации и прочности гильзы при выстреле. Закрывающие механизмы и их проектирование. Передаточная функция закрывающего механизма. Порядок проектирования закрывающего механизма.</p> <p>Тема 13. Расчет и проектирование гильзовыбрасывающих и открывающих механизмов Определение сил сопротивления экстракции из условия процесса внутреннего радиального нагружения гильзы и ее прочности. Передаточная функция рычажного и кулачкового экстракторов. Определение необходимой скорости экстракции и выбрасывания гильзы. Определение потребной энергии клина при ударном взаимодействии с рычажным экстрактором. Расчет лапки экстрактора на прочность. Открывающие механизмы клиновых затворов. Передаточная функция рычажно-копирного открывающего механизма. Порядок проектирования открывающего механизма плавного и ударного действия.</p> <p>Тема 14. Расчет и проектирование запирающих и открывающих механизмов продольно-скользящих затворов Условия надежности запираения канала ствола поршневым механизмом. Передаточная функция рычажного и рычажно-копирного ускорителей. Определение потребной скорости затвора в конце работы ускорителя. Расчет инерционного движения затвора при открывании. Гильзовыбрасывающие механизмы продольно-скользящих затворов и их расчет.</p> <p>Тема 15. Расчет и проектирование патроноподающих и патронодосылающих механизмов Обойменная подача. Обоймы с подвижными</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
каретками, передаточная функция механизма подачи. Ленточная подача патронов. Пружинные досылатели с принудительной и бросковой досылкой патронов, расчет параметров пружин, времени досылки. Расчет гидропневматического досылателя.				
ИТОГО по 9-му семестру	26	0	36	80
ИТОГО по дисциплине	52	0	72	160

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Нагрузки, действующие на ствол при выстреле
1	Напряжения в стенках ствола-моноблока.
2	Построение кривой наибольших давлений на стенки трубы
2	Предел упругого сопротивления ствола-моноблока.
2	Построение кривой желаемого сопротивления ствола
2	Построение кривой действительного сопротивления ствола
3	Расчет на прочность скрепленного двухслойного ствола
3	Напряжения и давления в стенках скрепленного ствола, вызванные скреплением
3	Предел упругого сопротивления скрепленного ствола
3	Проверочный расчет на прочность двухслойного скрепленного ствола
3	Предел действительного прочного сопротивления скрепленного ствола
4	Расчет автофретированного ствола
5	Расчет лейнированного ствола
6	Колебания стволов
7	Расчет живучести стволов
8	Расчет конструктивной и энергетической характеристик дульного тормоза
9	Расчет казенника
10	Определение характеристик простых механических связей, приведенной массы и силы многозвенного механизма
11	Расчет скоростей при жестком соударении двух звеньев механизма затвора
12	Определение осевой жесткости узла запираения и радиальной деформации гильзы
13	Расчет параметров гильзовыбрасывающего механизма (рычажного экстрактора ударного действия)

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
13	Проектирование копирного открывающего механизма
14	Расчет движения продольно-скользящего затвора при наличии ускорительного механизма
15	Определение скоростей движения патрона при бросковой и принудительной досылке

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Проектирование самоходных артиллерийских установок / Н. И. Жуков [и др.]. - Волгоград: Политехник, Изд-во ВолгГТУ, 2007. - (Проектирование спецмашин : учебник для вузов; Ч. 3).	50

2	Шелякин Ю. П. Механизмы затворов ствольного оружия. Основы теории, расчета и проектирования : учебное пособие для вузов / Ю. П. Шелякин. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	20
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Орлов Б. В. Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий : учебник для вузов / Б. В. Орлов, Э. К. Ларман, В. Г. Маликов. - Москва: Машиностроение, 1976.	17
2	Период последействия. Расчет надульных и подствольных газовых узлов : учебное пособие для вузов / Б. В. Орлов, А. А. Королев, В. А. Тюрин. - Москва: Изд-во ЦНИИ информации, 1975.	5
3	Проектирование ракетных и ствольных систем : учебник для вузов / Б. В. Орлов [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1974.	2
4	Расчет и проектирование механизмов перезарядки автоматического оружия : Учеб. пособие / Б.В.Орлов,Л.С.Плевако,А.А.Королев. - Москва: Изд-во ЦНИИ информации, 1977.	7
5	Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного и артиллерийского оружия. - Волгоград: , Политехник, 2002. - (Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия : учебник для вузов; Ч. 1).	97
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Зарубежное военное обозрение : ежемесячный информационно-аналитический журнал / Министерство обороны России. - Москва: Красная звезда, 1921 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Механизмы затворов ствольного оружия. Основы теории, расчета и проектирования	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3398">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3398</a>	сеть Интернет; свободный доступ

### **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022 )
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	7

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------