

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.07.2021 15:42:38
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и
методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
« ____ » _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА СТВОЛЬНЫХ СИСТЕМ
(Начало подготовки 2017 год)
Направление подготовки
18.00.00 Химические технологии
Специальность
18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
Специализация № 2
**Химическая технология полимерных композиций, порохов и
твёрдых ракетных топлив**

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **химии и технологии высокомолекулярных соединений**

Санкт-Петербург

2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность | Подпись | Ученое звание, фамилия, инициалы |
|---------------|---------|-------------------------------------|
| <i>Доцент</i> | | Веретенников Е.А. |

Рабочая программа дисциплины «Внутренняя баллистика ствольных систем» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений протокол от «___»_____ 2016 № _____.

Заведующий кафедрой

М.А. Ищенко

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета протокол от «___»_____ 2016 № _____.

Председатель

В.В. Прояев

СОГЛАСОВАНО

| | | |
|---|--|------------------|
| Руководитель направления 18.05.01 | | В.В. Самонин |
| Директор библиотеки | | Т.Н. Старостенко |
| Начальник методического отдела учебно-методического управления | | Т.И. Богданова |
| Начальник УМУ | | С.Н. Денисенко |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы | 6 |
| 3. Объем дисциплины..... | 6 |
| 4. Содержание дисциплины..... | 7 |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий..... | 7 |
| 4.2. Занятия лекционного типа | 7 |
| 4.3. Занятия семинарского типа..... | 10 |
| 4.3.1. Семинары, практические занятия | 10 |
| 4.3.2. Лабораторные занятия | 11 |
| 4.4. Самостоятельная работа обучающихся | 12 |
| 4.4.1. Темы рефератов..... | 12 |
| 4.4.2. Темы творческих заданий..... | 12 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине | 12 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации | 13 |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины..... | 13 |
| 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины | 14 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины..... | 14 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине | 15 |
| 10.1. Информационные технологии | 15 |
| 10.2. Программное обеспечение | 15 |
| 10.3. Информационные справочные системы | 15 |
| 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 15 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья | 15 |
| Приложение 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации..... | 16 |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| <i>Коды компетенции</i> | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|-------------------------|--|---|
| ОПК-1 | способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные законы пиростатики и пиродинамики. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчета основных процессов, протекающих при выстреле. |
| ПК-10 | способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - энергетические и эксплуатационные свойства порохов; - механизмы их горения и влияние характеристик порохов на параметры выстрела; - процессы, протекающие при выстреле; - взаимосвязь свойств порохов и порохового заряда с баллистическими характеристиками выстрела; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять значения контролируемых параметров процесса выстрела; - производить работы по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов орудий в соответствии с техническими заданиями. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования современных технических средств эксперимента для определения баллистических характеристик орудий и порохов. |
| ПСК-2.1 | способностью управлять технологическими процессами получения порохов, твердых ракетных топлив, по- | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - химические и физико-химические процессы, протекаю- |

| <i>Коды компетенции</i> | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|-------------------------|---|--|
| | лимерных композиционных материалов и изделий из них, а также отдельных компонентов, прогнозировать и регулировать их эксплуатационные свойства, определять параметры технологических процессов их получения | <p>щие при получении компонентов порохов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химические процессы, протекающие при получении порохов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать взаимосвязь между параметрами технологического процесса и эксплуатационными свойствами порохов; - анализировать взаимосвязь физико-химических, энергетических, взрывчатых свойств компонентов порохов и физико-механических, энергетических и взрывчатых характеристик получаемых порохов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками управления технологическим процессом получения порохов с целью регулирования свойств продукта. |
| ПСК-2.4 | готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение компонентов порохов; - назначение вспомогательных материалов для производства порохов; - требования, предъявляемые к компонентам порохов; - принципы создания порохов; - стандартные методы испытания порохов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить обоснованный выбор компонентов (сырья) и нормативов расходования сырья для обеспечения заданных характеристик порохов; - выдавать рекомендации по проектированию стрелковых орудий. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками лабораторного испытания порохов; - навыками по разработке усовершенствованных методов анализа порохов на основании описанных в литературе методов. |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Внутренняя баллистика ствольных систем» входит в блок дисциплин специализации. Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с разделами Федерального Государственного Образовательного Стандарта специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» для специализации № 2 «Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив». В учебном плане дисциплина имеет индекс Б1.Б.31.04 – дисциплина относится к базовой части (Б). Учебная дисциплина «Внутренняя баллистика ствольных систем» изучается на пятом курсе в 9 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин:

«Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Химия полимеров», «Физика полимеров», «Физико-химические методы анализа», «Процессы и аппараты химической технологии», «Организация и управление производством», «Основы проектирования и оборудования заводов», «Технология целлюлозы и нитратов целлюлозы», «Химия и технология пироксилиновых порохов», «Химия энергонасыщенных соединений», «Химическая технология энергонасыщенных материалов».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Внутренняя баллистика ствольных систем» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе специалиста и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

| Вид учебной работы | Всего, академических часов |
|--|----------------------------|
| | Очная форма обучения |
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов) | 5/ 180 |
| Контактная работа с преподавателем: | 96 |
| занятия лекционного типа | 36 |
| занятия семинарского типа, в т.ч. | 54 |
| семинары, практические занятия | 18 |
| лабораторные работы | 36 |
| курсовое проектирование (КР или КП) | — |
| КСР | 6 |
| другие виды контактной работы | — |
| Самостоятельная работа | 48 |
| Формы текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе) | |
| Форма промежуточной аттестации (зачет, КР, КП, экзамен) | экзамен (36) |

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Занятия лекционного типа, академ. часы | Занятия семинарского типа, академ. часы | | Самостоятельная работа, академ. часы | Формируемые компетенции |
|-------|--|--|---|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | | | Семинары и/или практические занятия | Лабораторные работы | | |
| 1 | Основные сведения о внутренней баллистике ствольных систем | 4 | — | — | | ПК-10 |
| 2 | Процессы и явления, протекающие при выстреле | 8 | 6 | — | 16 | ПК-10 |
| 3 | Пиростатика | 10 | 6 | 20 | 16 | ОПК-1, ПСК-2.1 |
| 4 | Пиродинамика | 12 | 6 | 16 | 16 | ОПК-1, ПСК-2.1, ПСК-2.4 |
| 5 | Внешняя баллистика | 2 | — | — | | ПК-10 |

4.2. Занятия лекционного типа

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, академ. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|---------------------|---------------------|
| 1 | <u>Основные сведения о внутренней баллистике ствольных систем</u> Применение порохов в военной технике и народном хозяйстве. Артиллерийские пороха. Понятие о выстреле. Краткие исторические сведения о выдающихся ученых, работавших в области баллистики ствольных систем. Общие сведения. Предмет и задачи внутренней баллистики. Связь внутренней баллистики с технологией порохов, внешней баллистикой и другими науками. История развития баллистики. Роль русских и зарубежных ученых. Основные виды и типы артиллерийских орудий, снарядов, пороховых зарядов. | 4 | — |
| 2 | <u>Процессы и явления, протекающие при выстреле</u> Кривые изменения давления в канале | 8 | — |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| | <p>ствола и скорости снаряда в функции от времени и пути снаряда. Звук, пламенность и дымность при выстреле. Понятие о разгарно-эрозионном действии пороховых газов. Способы борьбы с вредными явлениями при выстреле.</p> <p>Баллистические и физико-химические характеристики порохов. Механизм горения нитроцеллюлозных порохов. Процессы, протекающие в различных зонах горения и их связь с зависимостью скорости горения от давления.</p> | | |
| 3 | <p><u>Пиростатика</u></p> <p>Геометрический закон горения. Формула Шишкова-Нобля. Потери на теплоотдачу в бомбе. Понятие свободного объема. Приведенная длина. Общая формула пиростатики. Нахождение сгоревшей части заряда. Учет влияния воспламенителя на давление газов в бомбе. Таблица Серебрякова. Кинетика горения. Выражение для закона скорости горения. О применимости различных выражений для закона скорости горения в различных диапазонах давления. Быстрота газообразования. Закон образования газов. Вывод функции формы для порохов в форме ленты, трубки, квадратной пластины, бруска, куба. Закон изменения поверхности пороха при горении. Дегрессивное и прогрессивное горение порохов. Листы прогрессивности. Двучленная формула, для геометрического закона. Вывод функций формы для многоканальных порохов. Листы прогрессивности для порохов прогрессивной формы. Следствия геометрического закона и результаты практических стрельб из орудий. Способы увеличения прогрессивности горения порохов. Закон изменения давления от времени. Характер кривых давления в функции от времени в зависимости от давления воспламенителя, плотности заряжания и толщины горящего свода. Расчет закона скорости горения исходя из экспериментальных зависимостей давление-время. Нахождение коэффициента скорости горения.</p> <p>Физический закон. Отклонение горения порохов от геометрического закона. Функции формы Шарбонье. Опытная оценка прогрессивности горения порохов $\Gamma_{оп}$. Нахождение</p> | 10 | |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| | <p>$\Gamma_{оп}$, исходя из кривых давление-время. Графическое выражение физического закона горения. Функция $\Gamma_{оп}$ как анализатор процесса горения. Флегматизация порохов. Особенности горения порохов с узкими каналами. Влияние каналов на $\Gamma_{оп}$. Интегральные диаграммы. Анализ горения порохов с помощью интегральных диаграмм. Нахождение коэффициентов скорости горения.</p> | | |
| 4 | <p><u>Пиродинамика</u></p> <p>Основные задачи пиродинамики. Периоды выстрела. Баланс энергии при выстреле. Главные и второстепенные работы, совершаемые при выстреле. Вывод основного уравнения пиродинамики. Важнейшие характеристики выстрела (предельная скорость снаряда, потенциал пороха и др.) Характеристика прогрессивности горения пороха в орудии. Учет второстепенных работ. Устройство нарезки и работа на вращении снаряда. Работа газов, затрачиваемая на перемещении заряда. Общее выражение для учета второстепенных работ.</p> <p>Основные зависимости пиродинамики. Основные допущения. Расчет предварительного периода. Главный (первый) пиродинамический период. Упрощенный метод Дроздова. Вывод зависимостей $\psi=\varphi(x)$, $\nu=\varphi(x)$, $l=\varphi(x)$, $p=\varphi(x)$. Нахождение максимального давления в стволе. Второй пиродинамический период. Вывод зависимостей $p=\varphi(l)$, $\nu=\varphi(x)$. Расчет температуры пороховых газов. Определение времени движения снаряда в начале ствола.</p> <p>Расчет элементов выстрела. Понятие о проектировании зарядов. Первоначальный расчет функции $p, \nu=\varphi(l, t)$, при заданных условиях заряжания. Табличные методы решения. Примеры расчета характеристик заряда.</p> <p>Экспериментальная баллистика и военная приемка порохов. Определение давления пороховых газов в манометрической бомбе и орудии. Крешерный метод. Тензометрический метод. Индукционные, емкостные, омические датчики давления. Пьезометрический метод. Экспериментальное получение зависимости $p=\varphi(x)$. Нахождение максимального давления в орудии. Определение начальной</p> | 12 | — |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| | скорости снаряда. Способы блокировки траектории снаряда (рамы - мишени, соленоиды - мишени и др.). Определение времени баллистических явлений. Хронограф Ле-Булланже. Электронные хронографы. Характеристики порохов, требуемые при военной приемке порохов. Методы их экспериментального определения и расчета. Требования к артиллерийским порохам в особый период. | | |
| 5 | <u>Внешняя баллистика</u> Предмет и задачи внешней баллистики. Элементы траектории снаряда. Составление и интегрирование дифференциальных уравнений движения снарядов в пустоте. Исследование уравнений траектории. Угол наибольшей дальности. Область применения параболической теории. Сопротивление воздуха движению снаряда. | 2 | |

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| 2, 3,4 | - Расчетно-графическая работа. Расчет веса порохового заряда к артиллерийской системе, обеспечивающего заданные значения p_{max} и V_o с помощью таблиц по внутренней баллистике. | 18 | |

4.3.2. Лабораторные занятия

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечания |
|----------------------|--|-------------------|------------|
| 3 | <p><u>Пиростатика</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Измерение максимального давления пороховых газов при помощи крешерных приборов и датчика давления с пьезосопротивлением.- Определение силы пороха и каволюма пороховых газов.- Получение опытной кривой $p=\varphi(t)$.- Обработка опытной кривой $p=\varphi(t)$ с целью проведения баллистического анализа порохов.- Влияние характеристик пороха на давление в замкнутом объеме. | 20 | |
| 4 | <p><u>Пиродинамика</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Определение скорости горения порохового заряда.- Влияние свойств исходных компонентов, состава и технологии на баллистические характеристики порохового заряда<ul style="list-style-type: none">- Изучение измерительной аппаратуры стенда. Тарирование датчиков давления- Влияние характеристик пороха на давление в замкнутом объеме | 16 | |

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|----------------|
| 2 | Гранулированные, порошкообразные, водосодержащие промышленные взрывчатые композиции. | 16 | коллоквиум |
| | Работоспособность взрывчатых систем. Работа взрыва | | |
| | Чувствительность систем к разрядам статического электричества | | |
| | Токсичность продуктов взрывчатого превращения | | |
| 3 | Критические явления и нестационарное горение порохов в объеме | 16 | коллоквиум |
| | Качественный анализ зависимости максимального давления от параметров горения пороха и начальной температуры | | |
| | Аномалии "температурного градиента" максимального давления при артвыстреле | | |
| | Баллистические характеристики металлизированных пороховых зарядов | | |
| 4 | Возбуждение детонации. Особенности детонации гетерогенных систем | 16 | коллоквиум |
| | Физическая и химическая стабильности порохов | | |
| | Методы определения работоспособности взрывчатых систем | | |
| | Процессы старения гомогенных и гетерогенных систем, меры по увеличению сроков хранения | | |

4.4.1. Темы рефератов

Учебным планом не предусмотрены

4.4.2. Темы творческих заданий

Учебным планом не предусмотрены

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1 Веретенников, Е.А. Внутренняя баллистика ствольных систем: учебное пособие / Е. А. Веретенников. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 86 с.

2 Рогов, Н. Г. Смесевые ракетные твердые топлива: Компоненты. Требования. Свойства : учебное пособие / Н. Г. Рогов, М. А. Ищенко. – СПб. : СПбГТИ (ТУ), 2005. – 195 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе. По итогам освоения дисциплины проводится экзамен. На экзамене студентам предлагается ответить на вопросы по материалам учебной дисциплины.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Ответы на поставленные вопросы на экзамене даются в письменном виде. Оценка за экзамен является итоговой по курсу «Внутренняя баллистика ствольных систем».

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Основные процессы артиллерийского выстрела и характеризующие их зависимости.
2. Влияние прогрессивности горения порохов на интенсивность газообразования

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

- 1 Веретенников, Е. А. Внутренняя баллистика ствольных систем: учебное пособие / Е. А. Веретенников. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 86 с.

б) дополнительная литература:

- 2 Гуменюк, Г. Я. Основы технологического проектирования производств энергонасыщенных материалов : учебное пособие / Г. Я. Гуменюк, Е. А. Веретенников. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2012. – 73 с.

в) вспомогательная литература:

- 3 Серебряков, М. Е. Внутренняя баллистика / М. Е. Серебряков. – М. : Оборонгиз, 1949. – 592 с.
- 4 Серебряков, М. Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет / М. Е. Серебряков. – М. : Оборонгиз, 1962. – 568 с.
- 5 Ассовский, И. Г. Физика горения и внутренняя баллистика / И. Г. Ассовский. – М. : Наука, 2005. – 357 с.
- 6 Куров, В. Д. Основы проектирования пороховых ракетных снарядов / В. Д. Куров, Ю. М. Должанский. – М. : Оборониздат, 1961. – 254 с.
- 7 Рогов, Н. Г. Смесеые ракетные твердые топлива: компоненты, требования, свойства / Н. Г. Рогов, М. А. Ищенко. – СПб, 2005. – 195 с.
- 8 Шапиро, Я. М. Теория ракетного двигателя на твердом топливе / Я. М. Шапиро, Г. Ю. Мазинг, Н. Е. Прудников. – М. : Оборониздат, 1966. – 187 с.
- 9 Бахман, Н. Н. Горение гетерогенных конденсированных систем / Н. Н. Бахман,

- А. Ф. Беляев. – М. : Наука, 1967. – 316 с.
- 10 Веницкий, А. М. Ракетные двигатели на твердом топливе / А. М. Веницкий. – М. : Машиностроение, 1973. – 294 с.
- 11 Зельдович, Я. Б. Импульс реактивной силы пороховых ракет / Я. Б. Зельдович. – М. : Оборониздат, 1963. – 168 с.
- 12 Чурбатов, Е. В. Внутренняя баллистика / Е. В. Чурбатов. – Л. : Химия, 1975. – 374 с.
- 13 Горохов, М. С. Внутренняя баллистика ствольных систем / М. С. Горохов. – М. : ЦНИИ информации, 1985. – 362 с.
- 14 Жегров, Е. Ф. Химия и технология баллиститных порохов, твердых ракетных и специальных топлив. Т.1. Химия: Монография / Е. Ф. Жегров, Ю. М. Милехин, Е. В. Берковская. – М. : РИЦ МГУП им. И. Фёдорова, 2011. – 400 с.
- 15 Жегров, Е. Ф. Химия и технология баллиститных порохов, твердых ракетных и специальных топлив. Т.2. Технология: Монография / Е. Ф. Жегров, Ю. М. Милехин, Е. В. Берковская. – М. : РИЦ МГУП им. И. Фёдорова, 2011. – 551 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы – доступ с использованием ресурсов сети «Интернет» не предусматривается;

Электронно-библиотечные системы:

ФГБУ «Библиотеки РАН» (www.rasl.ru)

ФГБУ «Российской национальной библиотеки» (www.nlr.ru)

ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности» (www1.fips.ru)

ФБГУН «ВИНИТИ РАН» (www2.viniti.ru)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Внутренняя баллистика ствольных систем» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов являются:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1. Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено взаимодействие с обучающимися посредством электронных презентаций при чтении лекций и проведении семинарских занятий.

10.2. Программное обеспечение

Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint), КОМПАС-3D (или КОМПАС-3D LT) и др.

10.3. Информационные справочные системы

Поисковая система «Яндекс» (www.yandex.ru)

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Дисциплина «Внутренняя баллистика ствольных систем» обеспечена необходимой учебной, учебно-методической и справочной литературой, предоставляемой кафедрой ХТ ВМС. При чтении лекций по дисциплине используются презентации, слайды, рисунки и схемы, представляемые с помощью мультимедийного проектора.

Лекционная аудитория оснащена мультимедийной системой с комплектом презентаций и видеофильмов.

Лабораторный практикум проводится в специально оборудованной лаборатории.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации
по дисциплине «Внутренняя баллистика ствольных систем»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

| Компетенции | | |
|--------------------|---|--------------------------|
| Индекс | Формулировка | Этап формирования |
| ОПК-1 | способностью использовать математические, естественно-научные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности | промежуточный |
| ПК-10 | способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для контроля его основных параметров, свойств сырья и готовой продукции; | промежуточный |
| ПСК-2.1 | способностью управлять технологическими процессами получения порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и изделий из них, а также отдельных компонентов, прогнозировать и регулировать их эксплуатационные свойства, определять параметры технологических процессов их получения; | промежуточный |
| ПСК-2.4 | готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания порохов, твердых ракетных топлив, полимерных композиционных материалов и изделий на их основе | промежуточный |

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|--|---|---|--------------------|
| Освоение раздела № 1,2 | Знает применение порохов в военной технике и народном хозяйстве. Артиллерийские пороха. Понятие о выстреле. Связь внутренней баллистики с технологией порохов. Процессы и явления, протекающие при выстреле. Кривые изменения давления в канале ствола и скорости снаряда в функции от времени и пути снаряда. Баллистические и физико-химические характеристики порохов. | Правильные ответы на вопросы № 1 – 4 к экзамену | ПК-10 |
| Освоение раздела № 3 | Геометрический закон | Правильные ответы | ОПК-1 ПСК – 2.1 |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|--|--|--------------------------------------|
| | <p>горения. Формула Шишкова-Нобля. Общая формула пиро-статике. Учет влияния воспламенителя на давление газов в бомбе. Выражение для закона скорости горения. О применимости различных выражений для закона скорости горения в различных диапазонах давления. Быстрота газообразования. Дегрессивное и прогрессивное горение порохов. Листы прогрессивности. Способы увеличения прогрессивности горения порохов. Закон изменения давления от времени. Расчет закона скорости горения.</p> <p>Физический закон. Отклонение горения порохов от геометрического закона. Функции формы Шарбонье. Опытная оценка прогрессивности горения порохов $\Gamma_{оп}$. Графическое выражение физического закона горения. Функция $\Gamma_{оп}$, как анализатор процесса горения. Нахождение коэффициентов скорости горения.</p> | <p>на вопросы № 7 – 19, 23 – 26, к экзамену</p> | |
| Освоение раздела № 4 | <p>Основные задачи пиродинамики. Периоды выстрела. Баланс энергии при выстреле. Главные и второстепенные работы, совершаемые при выстреле. Основное уравнение пиродинамики. Важнейшие характеристики выстрела (предельная скорость снаряда, потенциал пороха и др.) Характеристика прогрессивности горения пороха в орудии. Учет второстепенных работ. Работа газов, затрачиваемая на перемещении заряда.</p> | <p>Правильные ответы на вопросы № 20-22, 27 – 29, 30 – 34 к экзамену</p> | <p>ОПК-1 ПСК-2.1 ПСК-2.4</p> |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|--|--|-------------|
| | Основные зависимости пиродинамики. Расчет главного (первого) пиродинамического периода. Расчет температуры пороховых газов. Определение времени движения снаряда в начале ствола. Экспериментальная баллистика. Определение давления пороховых газов в манометрической бомбе и орудии. Крешерный метод. Тензометрический метод. Индукционные, емкостные, омические датчики давления. Пьезометрический метод. | | |
| Освоение раздела № 5 | Предмет и задачи внешней баллистики. Элементы траектории снаряда. | Правильные ответы на вопросы № 5, 6 к экзамену | ПК-10 |

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-10

1. Наименование основных параметров процесса при артиллерийском выстреле P , $V(L)$; P , $V(\tau)$.
2. Основные процессы артиллерийского выстрела и характеризующие их зависимости.
3. Явления, сопровождающие выстрел.
4. Баллистические и энергетические характеристики порохов.
5. Предмет и задачи внешней баллистики.
6. Элементы траектории снаряда.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1

7. Объект изучения в пиростатике. Экспериментальные методы исследований.
8. Закономерности процесса горения порохов с позиций теплового баланса реакционного слоя К-фазы.
9. Вывод и анализ формулы Шишкова-Нобля.
10. Зависимость $P(\tau)$ при горении пороха в манометрической бомбе.
11. Опытное определение силы пороха и коволюма пороховых газов.
12. Влияние различных факторов на процесс горения порохов. Опытное определение закона скорости горения.

13. Общая формула пиростатики (вывод и анализ).
14. Зависимость $\psi_i (P_i)$ для пиростатики. Обработка экспериментальной кривой $P (\tau)$ до $U (P)$.
15. 13 Полный импульс давления для порохов, имеющих закон скорости горения $U=A_1P$.
16. Влияние условий заряжания манометрической бомбы и толщины горящего свода на $P (\tau)$.
17. Вывод общей зависимости $\psi (Z)$ для прогрессивно горящих порохов.
18. Быстрота газообразования. Дегрессивно и прогрессивно горящие пороха.
19. Формы пороховых зерен.
20. Основное уравнение внутренней баллистики (уравнение Резаля). КПД выстрела и потенциал пороха.
21. Важнейшие характеристики выстрела (предельная скорость снаряда, потенциал пороха и др.)
22. Учет второстепенных работ. Работа газов, затрачиваемая на перемещении заряда.

Экспериментальная баллистика и военная приемка порохов.

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПСК-2.1

23. Назначение компонентов порохов.
24. Методы определения химических и физико-химических характеристик порохов.
25. Методы определения баллистических характеристик порохов.
26. Методы определения взрывчатых характеристик.
27. Экспериментальная баллистика и военная приемка порохов.
28. Порядок баллистического проектирования орудия.
29. Характеристики порохов, требуемые при военной приемке порохов. Методы их экспериментального определения и расчета. Требования к артиллерийским порохам в особый период.

г) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПСК-2.4

30. Опытное определение силы пороха и коволюма пороховых газов.
31. Текущее давление при горении пороха в постоянном объеме.
32. Экспериментальное определение баллистических характеристик пороха.
33. Определение давления пороховых газов в манометрической бомбе и орудии. Крешерный метод. Тензометрический метод.
34. Нахождение максимального давления в орудии. Определение начальной скорости снаряда.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.