

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 Юнаков Л. П.  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Наземное технологическое оборудование стартовых систем
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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	
6	11	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И \_\_\_\_\_  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Шерин Петр Алексеевич, старший преподаватель

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ**

### **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-8.3 — способность проводить проектирование, в том числе с помощью систем автоматизированного инженерного анализа, и эксплуатацию гидравлических, пневматических и газовых приводов и систем, а также различных элементов, агрегатов, систем электроснабжения, и механизмов стартовых систем, комплексов, наземного технологического оборудования и изделий РКТ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-8.3**

*знания:*

- на уровне представлений: знать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и её отдельных направлений;
- на уровне воспроизведения: способность создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники;
- на уровне понимания: понимать системный подход к проектированию и к разработке технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов;

*умения:*

- теоретические: способность создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно- космической техники;
- разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса;

*навыки:*

- анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и её отдельных направлений;
- на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ОСНОВЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**.

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-8.1 — Способен проводить обработку данных по результатам цифрового моделирования различных процессов, в том числе применять системы автоматизированного инженерного анализа для получения требуемых данных, при функционировании элементов и узлов стартовых систем, комплексов и изделий РКТ
- ПСК-8.3 — Способен проводить проектирование, в том числе с помощью систем автоматизированного инженерного анализа, и эксплуатацию гидравлических, пневматических и газовых приводов и систем, а также различных элементов, агрегатов, систем электроснабжения, и механизмов стартовых систем, комплексов, наземного технологического оборудования и изделий РКТ

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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	Практические занятия		ПСК-8.3
6	11	<b>Раздел 1. Введение.</b> 1.1. Этапы развития ракетных комплексов стратегического назначения. 1.2. Причины, вызвавшие необходимость создания подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования. 1.3. Основные тактико-технические требования к подвижным ракетным комплексам стратегического назначения наземного базирования.	10	5	4	1	5	10
6	11	<b>Раздел 2. Живучесть подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования.</b> 2.1. Понятие живучести подвижных ракетных комплексов. 2.2. Принцип обеспечения живучести подвижных ракетных комплексов наземного базирования. 2.3. Понятие мобильности, маневренности и степени неопознавания ракетных комплексов средствами национальной разведки противника. 2.4. Модель слежения за ракетными комплексами и модель получения информации об их месте нахождения в позиционном районе. 2.5. Факторы, определяющие живучесть подвижных ракетных комплексов наземного базирования. 2.6. Алгоритм расчета живучести.	10	5	3	2	5	10
6	11	<b>Раздел 3. Структура построения подвижных ракетных комплексов наземного базирования и их состав.</b> 3.1. Структура построения ракетных комплексов. 3.2. Боевая зона. Командный пункт. Жилая зона. Их состав. 3.3. Специфика эксплуатации подвижных ракетных комплексов. 3.4. Системы, входящие в состав подвижных ракетных комплексов наземного базирования.	10	5	3	2	5	5
6	11	<b>Раздел 4. Нагрузки, действующие на агрегаты подвижных ракетных комплексов наземного базирования и на грунт или железнодорожное полотно.</b> 4.1. Весовые нагрузки. 4.2. Транспортные нагрузки. 4.3. Ветровые нагрузки. 4.4. Нагрузки при механическом воздействии ядерного взрыва. 4.5. Нагрузки при старте ракеты. 4.6. Характеристики железнодорожного полотна и его несущая способность.	11	5	3	2	6	10
6	11	<b>Раздел 5. Пусковая установка боевого железнодорожного ракетного комплекса (БЖРК).</b> 5.1. Структура построения пусковой установки (ПУ) и её состав. 5.2. Технологическое оборудование ПУ. 5.3. Разгружающие устройства.	9	4	3	1	5	5
6	11	<b>Раздел 6. Крыша вагона – ПУ и устройство её открывания.</b> 6.1. Конструкция крыши вагона – ПУ. 6.2. Устройство открывания (закрывания) крыши вагона – ПУ. Его состав и принцип работы. 6.3. Кинематический расчет. 6.4. Определение статических сопротивлений при открывании (закрывании) крыши. 6.5. Определение основных геометрических параметров гидроцилиндра привода открывания крыши. 6.6. Определение рабочего давления в гидроцилиндрах при открывании и закрывании крыши. 6.7. Расчеты на прочность основных элементов привода.	10	4	3	1	6	10
6	11	<b>Раздел 7. Устройство подъема ТПК с ракетой в вертикальное положение.</b> 7.1. Назначение устройства подъема и основные функциональные требования к нему. 7.2. Выбор кинематической и силовой схемы устройства подъема. 7.3. Состав устройства подъема и конструктивное исполнение его основных узлов. 7.4. Кинематический расчет привода подъема. 7.5. Определение статических сопротивлений при подъеме и опускании ТПК с ракетой и без неё. 7.6. Выбор основных геометрических параметров привода подъема. 7.7. Выбор энергетики привода подъема. 7.8. Расчеты на прочность основных узлов привода.	10	5	3	2	5	10
6	11	<b>Раздел 8. Устройство поперечного горизонтирования.</b> 8.1. Назначение, состав и принцип действия устройства поперечного горизонтирования. 8.2. Определение нагрузок на домкраты в процессе вывешивания, горизонтирования, при открывании крыши, подъеме ТПК и старте ракеты. 8.3. Выбор геометрических параметров гидравлических домкратов. 8.4. Расчеты на прочность основных узлов устройства.	10	5	3	2	5	10
6	11	<b>Раздел 9. Приборная платформа.</b> 9.1. Назначение и состав приборной платформы. 9.2. Конструкция и принцип работы основных узлов приборной платформы. 9.3. Алгоритм установки платформы на грунт и возврата в транспортное положение. Нагрузки, действующие на приборную платформу и её узлы.	9	4	3	1	5	10
6	11	<b>Раздел 10. Устойчивость агрегатов БЖРК при старте ракеты.</b> 10.1. Алгоритм расчета устойчивости вагона – ПУ при старте ракеты. 10.2. Варианты возможных конструктивных мероприятий для повышения устойчивости вагона – ПУ при старте ракеты. 10.3. Устройство раскрепления и устройство подхватов. Их назначение и конструкции.	10	5	3	2	5	10
6	11	<b>Раздел 11. Система закорачивания и отвода контактной сети (ЗОКС).</b> 11.1. Назначение и состав системы ЗОКС. 11.2. Устройство снятия напряжений. 11.3. Устройство отведения контактной сети. 11.4. Алгоритм работы системы ЗОКС. 11.5. Определение статических сопротивлений при работе приводов системы ЗОКС.	9	4	3	1	5	10
Всего за 11 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение этапов развития ракетных комплексов стратегического назначения и причин вызвавших необходимость создания	1

		подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования. Изучение основные тактико-технические требования к подвижным ракетным комплексам стратегического назначения наземного базирования.	
2	Раздел 2. Живучесть подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования.	Рассмотрение понятия живучести подвижных ракетных комплексов наземного базирования и принципа обеспечения их живучести. Обсуждение понятий мобильности, маневренности и степени неопознавания ракетных комплексов средствами национальной разведки противника. Разработка модели слежения за ракетными комплексами и модели получения информации об их месте нахождения в позиционном районе. Определение факторов, определяющих живучесть подвижных ракетных комплексов наземного базирования. Разработка алгоритма расчета живучести .	2
3	Раздел 3. Структура построения подвижных ракетных комплексов наземного базирования и их состав.	Рассмотрение структуры построения ракетных комплексов в целом и его составных частей: боевой зоны, командного пункта и жилой зоны. Обсуждение специфики эксплуатации подвижных ракетных комплексов и рассмотрение систем, входящих в его состав.	2
4	Раздел 4. Нагрузки, действующие на агрегаты подвижных ракетных комплексов наземного базирования и на грунт или железнодорожное полотно.	Изучение весовых, транспортных, ветровых, нагрузок при механическом воздействии в момент ядерного взрыва и при старте ракеты, а также характеристики железнодорожного полотна и его несущей способности.	2
5	Раздел 5. Пусковая установка боевого железнодорожного ракетного комплекса (БЖРК).	Обсуждение структуры построения пусковой установки (ПУ) и её состава. Рассмотрение технологического оборудования ПУ, включая разгружающие устройства.	1
6	Раздел 6. Крыша вагона – ПУ и устройство её открывания.	Обсуждение конструкции крыши вагона - ПУ и устройств открывания (закрывания) её.1 Рассмотрение состава и принципа работы устройства открывания (закрывания) крыши. Разработка методики расчета кинематики привода открывания крыши и определения статических сопротивлений при её открывании (закрывании) крыши. Разработка методики определения основных геометрических параметров гидроцилиндра привода открывания крыши и рабочего давления в гидроцилиндрах при открывании и закрывании крыши. Разработка методики расчета на прочность основных элементов привода.	1
7	Раздел 7. Устройство подъёма ТПК с ракетой в вертикальное положение.	Обсуждение устройства подъёма ТПК с ракетой в вертикальное положение и основных функциональных требований к нему. Выбор кинематической и силовой схемы устройства подъёма. Обсуждение состава устройства подъёма и конструктивного исполнения его основных узлов. Разработка методики расчета кинематики привода подъёма ТПК с ракетой в вертикальное положение и определения статических сопротивлений при подъёме и опускании ТПК с ракетой и без неё. Выбор основных геометрических параметров привода подъёма и энергетики привода подъёма. Разработка методики расчета на прочность основных элементов привода.	2
8	Раздел 8. Устройство	Обсуждение назначения, состава и принципа действия устройства поперечного горизонтирования. Разработка методики определение	2

	поперечного горизонтирования.	нагрузок на домкраты в процессе вывешивания, горизонтирования, при открывании крыши, подъеме ТПК и старте ракеты. Выбор геометрических параметров гидравлических домкратов. Разработка методики расчета на прочность основных узлов устройства.	
9	Раздел 9. Приборная платформа.	Обсуждение назначения и состава приборной платформы, её конструкции и принципа работы основных узлов приборной платформы. Разработка алгоритма установки платформы на грунт и возврата в транспортное положение, а так же расчёта нагрузок, действующих на приборную платформу и её узлы.	1
10	Раздел 10. Устойчивость агрегатов БЖРК при старте ракеты.	Разработка алгоритма расчета устойчивости вагона – ПУ при старте ракеты . Обсуждение назначения и конструкций возможных вариантов конструктивных мероприятий для повышения устойчивости вагона - ПУ при старте ракеты и устройства раскрепления и устройство подхватов. Назначение и конструкции.	2
11	Раздел 11. Система закорачивания и отвода контактной сети (ЗОКС).	Обсуждение назначения и состава системы ЗОКС в целом, а также устройства снятия напряжений и устройства отведения контактной сети. Разработка алгоритма работы системы ЗОКС и определения статических сопротивлений при работе приводов системы ЗОКС.	1
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение причин, вызвавших необходимость создания подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования, и основных тактико-технических требований, предъявляемых к ним.	5
2	Раздел 2. Живучесть подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования.	Изучение понятий живучести подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования, их мобильности, маневренности и степени неопознаваемости средствами национальной разведки противника, а также основных факторов, определяющих их живучесть, и алгоритма расчёта живучести.	5
3	Раздел 3. Структура построения подвижных ракетных комплексов наземного базирования и их состав.	Изучение структуры построения подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования, специфики их эксплуатации и систем, входящих в их состав.	5
4	Раздел 4. Нагрузки, действующие на агрегаты подвижных ракетных комплексов наземного базирования и на грунт или железнодорожное полотно.	Изучение весовых, транспортных, ветровых, нагрузок при механическом воздействии в момент ядерного взрыва и при старте ракеты, а также характеристики железнодорожного полотна и его несущей способности.	6
5	Раздел 5. Пусковая установка боевого железнодорожного ракетного комплекса (БЖРК).	Изучение структуры построения пусковой установки, её состава. Изучение технологического оборудования пусковой установки, в том числе конструкцию разгружающего устройства.	5
6	Раздел 6. Крыша вагона – ПУ и устройство её открывания.	Подготовка к лабораторному практикуму. Изучение конструкции основных узлов устройства открывания крыши, а также алгоритма их работы. Анализ работы привода открывания крыши в различных режимах его нагружения. Изучение принципов работы клапанных устройств, имеющихся в гидроцилиндрах привода открывания крыши	6
7	Раздел 7. Устройство подъёма ТПК с ракетой в	Подготовка к лабораторному практикуму. Изучение состава устройства подъёма и конструкции его основных узлов.	5



	вертикальное положение.	Изучение привода подъёма ТПК в вертикальное положение и анализ его работы в различных режимах нагружения. Анализ графиков нагружения привода подъёма.	
8	Раздел 8. Устройство поперечного горизонтирования.	Подготовка к лабораторному практикуму. Изучение состава устройства поперечного горизонтирования и конструкции его узлов. Изучение алгоритма работы устройства и его нагружения. Анализ схемы передачи нагрузки при старте ракеты на железнодорожное полотно.	5
9	Раздел 9. Приборная платформа.	Подготовка к лабораторному практикуму. Изучение состава приборной платформы и конструкции её узлов. Изучение алгоритма работы узлов платформы при установке её на грунт. Определение нагрузок, действующих на платформу.	5
10	Раздел 10. Устойчивость агрегатов БЖРК при старте ракеты.	Изучение алгоритма устойчивости вагона-ПУ при старте ракеты и вариантов возможных конструктивных мероприятий по повышению устойчивости вагона-ПУ. Изучение конструкции устройств раскрепления и подхватов.	5
11	Раздел 11. Система закорачивания и отвода контактной сети (ЗОКС).	Изучение конструкций устройств закорачивания и отвода контактной сети.	5
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>57</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
11			ВПЗ			ДР		ВПЗ		ДР			ВПЗ			ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- 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;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. Зенитные ракетные системы С-300. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 73 экз.
2. Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
3. Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 99 экз.
4. Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
5. В. А. Севоян, В. И. Трушляков, А. Б. Яковлев. . Наземное оборудование ракетных комплексов. Омск: ОмГТУ, 2019, эл. рес.
6. В. Г. Маликов, С. Ф. Комисарик, А. М. Коротков. . Наземное оборудование ракет. М.: Воениздат, 1971, 43 экз.
7. Т. М. Башта. . Машиностроительная гидравлика. М.: Машиностроение, 1971, 21 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Стратегические ракетные комплексы наземного базирования. М.: Военный парад, 2007, 3 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вестник воздушно-космической обороны.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <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:

1. Matlab 2015a SP1.

### 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:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор.

### **6.3. 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 **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-8.3 способность проводить проектирование, в том числе с помощью систем автоматизированного инженерного анализа, и эксплуатацию гидравлических, пневматических и газовых приводов и систем, а также различных элементов, агрегатов, систем электроснабжения, и механизмов стартовых систем, комплексов, наземного технологического оборудования и изделий РКТ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием стартового оборудования ракетных и ракетно-космических комплексов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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.</b>		
Изучение причин, вызвавших необходимость создания подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования, и основных тактико-технических требований, предъявляемых к ним.	Т. М. Башта. . Машиностроительная гидравлика: М.: Машиностроение, 1971 (1) Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1) Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1) В. Г. Маликов, С. Ф. Комисарик, А. М. Коротков. . Наземное оборудование ракет: М.: Воениздат, 1971 (1)	5
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Живучесть подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования.</b>		
Изучение понятий живучести подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования, их мобильности, маневренности и степени неопознаваемости средствами национальной разведки противника, а также основных факторов, определяющих их живучесть, и алгоритма расчёта живучести.	Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (3) Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2,3) . Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (3)	5

Итого по разделу 2		5
<b>Раздел 3. Структура построения подвижных ракетных комплексов наземного базирования и их состав.</b>		
Изучение структуры построения подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования, специфики их эксплуатации и систем, входящих в их состав.	Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (3,5) . Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (3,5) Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3,5)	5
Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Нагрузки, действующие на агрегаты подвижных ракетных комплексов наземного базирования и на грунт или железнодорожное полотно.</b>		
Изучение весовых, транспортных, ветровых, нагрузок при механическом воздействии в момент ядерного взрыва и при старте ракеты, а также характеристики железнодорожного полотна и его несущей способности.	Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4) . Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (4) Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (4)	6
Итого по разделу 4		6
<b>Раздел 5. Пусковая установка боевого железнодорожного ракетного комплекса (БЖРК).</b>		
Изучение структуры построения пусковой установки, её состава. Изучение технологического оборудования пусковой установки, в том числе конструкцию разгружающего устройства.	Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4,6) Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (4,6) . Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (4,6)	5
Итого по разделу 5		5
<b>Раздел 6. Крыша вагона – ПУ и устройство её открывания.</b>		
Подготовка к лабораторному практикуму. Изучение конструкции основных узлов устройства открывания крыши, а также алгоритма их работы. Анализ работы	Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные	6

привода открывания крышки в различных режимах его нагружения. Изучение принципов работы клапанных устройств, имеющихся в гидроцилиндрах привода открывания крышки	комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6) Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (6) . Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (6)	
Итого по разделу 6		6
<b>Раздел 7. Устройство подъёма ТПК с ракетой в вертикальное положение.</b>		
Подготовка к лабораторному практикуму. Изучение состава устройства подъёма и конструкции его основных узлов. Изучение привода подъёма ТПК в вертикальное положение и анализ его работы в различных режимах нагружения. Анализ графиков нагружения привода подъёма.	Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4,5,6) В. А. Севоян, В. И. Трушляков, А. Б. Яковлев. . Наземное оборудование ракетных комплексов: Омск: ОмГТУ, 2019 (5,6) Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (4,5,6) . Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (4,5,6)	5
Итого по разделу 7		5
<b>Раздел 8. Устройство поперечного горизонтирования.</b>		
Подготовка к лабораторному практикуму. Изучение состава устройства поперечного горизонтирования и конструкции его узлов. Изучение алгоритма работы устройства и его нагружения. Анализ схемы передачи нагрузки при старте ракеты на железнодорожное полотно.	Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (7,8) Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (7,8) . Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (7,8)	5
Итого по разделу 8		5
<b>Раздел 9. Приборная платформа.</b>		
Подготовка к лабораторному практикуму. Изучение состава приборной платформы и конструкции её узлов. Изучение алгоритма работы узлов платформы при установке её на грунт. Определение нагрузок, действующих на платформу.	. Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (6,7) Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные	5

	<p>ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (6,7)</p> <p>Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (6,7)</p>	
Итого по разделу 9		5
<b>Раздел 10. Устойчивость агрегатов БЖРК при старте ракеты.</b>		
<p>Изучение алгоритма устойчивости вагона-ПУ при старте ракеты и вариантов возможных конструктивных мероприятий по повышению устойчивости вагона-ПУ</p> <p>Изучение конструкции устройств раскрепления и подхватов.</p>	<p>. Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (5,8)</p> <p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (5,8)</p> <p>Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (5,8)</p>	5
Итого по разделу 10		5
<b>Раздел 11. Система закорачивания и отвода контактной сети (ЗОКС).</b>		
<p>Изучение конструкций устройств закорачивания и отвода контактной сети.</p>	<p>Б. А. Храмов, С. А. Яковлев. . Зенитные ракетные системы С-300: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (8)</p> <p>Б. Ф. Щербаков. . Наземные оперативно-тактические ракетные комплексы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (8)</p> <p>. Стратегические ракетные комплексы наземного базирования: М.: Военный парад, 2007 (8)</p>	5
Итого по разделу 11		5



## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- 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.

#### **Вопросы/задания по темам ПЗ**

Выполнение задания является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по соответствующему разделу дисциплины. Оценивается полнота, соответствие заданию, верность полученных результатов и способность их объяснить.

Если задание соответствует указанным требованиям, оно считается выполненным.

Примеры заданий по темам ПЗ входят в состав УМК дисциплины.

#### **Вопросы к дифференцированному зачету**

Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК для дисциплины.

#### **Дифференцированный зачет**

Допуском к сдаче дифференцированного зачета является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины. Дифференцированный зачет проводится в форме устных ответов на вопросы. Уровень знаний студента оценивается полнотой ответа как на вопросы в билете, так и на дополнительные теоретические вопросы по данной дисциплине. Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы:

«зачтено-отлично» - полный ответ на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы;

«зачтено-хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;

«зачтено-удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;

«не зачтено» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК для дисциплины.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-8.3	
6	11	Раздел 1. Введение.	10	5	4	1	5	10	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 2. Живучесть подвижных ракетных комплексов стратегического назначения наземного базирования.	10	5	3	2	5	10	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 3. Структура построения подвижных ракетных комплексов наземного базирования и их состав.	10	5	3	2	5	5	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 4. Нагрузки, действующие на агрегаты подвижных ракетных комплексов наземного базирования и на грунт или железнодорожное полотно.	11	5	3	2	6	10	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 5. Пусковая установка боевого железнодорожного ракетного комплекса (БЖРК).	9	4	3	1	5	5	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 6. Крыша вагона – ПУ и устройство её открывания.	10	4	3	1	6	10	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 7. Устройство подъёма ТПК с ракетой в вертикальное положение.	10	5	3	2	5	10	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 8. Устройство поперечного горизонтирования.	10	5	3	2	5	10	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 9. Приборная платформа.	9	4	3	1	5	10	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 10. Устойчивость агрегатов БЖРК при старте ракеты.	10	5	3	2	5	10	Вопросы/задания по темам ПЗ
6	11	Раздел 11. Система закорачивания и отвода контактной сети (ЗОКС).	9	4	3	1	5	10	Вопросы/задания по темам ПЗ, Вопросы к дифференцированному зачету

<b>Всего за 11 семестр</b>	108	51	34	17	57	100	
<b>Всего по дисциплине</b>	108	51	34	17	57	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-8.3

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Расстояние между колесными тележками вагона-ПУ составляет 20 метров. В колесной тележке четыре оси. Расстояние от центра масс перевозимого груза до передней вагонной тележки составляет 12,5 метра, масса груза составляет 100 тонн. Определить нагрузку, приходящуюся на заднюю колесную тележку. Ответ дать в тоннах.
- № 2 На стреле расположен груз массой 80 тонн. Координата центра масс относительно оси поворота стрелы составляет 15 метров. К стреле закреплен гидравлический цилиндра подъема. Начальное плечо гидроцилиндра подъема составляет 6 метров, диаметр поршневой полости гидравлического цилиндра составляет 35 см. Определить минимальное давление в гидравлической системе, необходимое для подъема груза. Ответ дать в МПа.
- № 3 Имеется корпус гидроцилиндра с внутренним диаметром  $d = 100$  мм и внешним  $D = 120$  мм. Корпус гидроцилиндра изготовлен из стали 38ХМ с пределом текучести 687 МПа. Определить коэффициент запаса прочности корпуса гидроцилиндра, если испытательное давление составляет 29 МПа.
- № 4 Имеется двухопорная балка длиной  $L = 2$  метра с установленным посередине пролета технологическим оборудованием. Масса оборудования составляет 200 кг. Ширина сечения  $b$  равна 50 мм, высота сечения  $h$  равна 40 мм. Материал балки – сталь 20 с пределом текучести 300 МПа. Определить коэффициент запаса прочности балки.
- № 5 Длина штока гидроцилиндра составляет 2 метра. Внешний диаметр штока гидроцилиндра составляет 100 мм, внутренний диаметр штока составляет 80 мм. Материал штока – сталь с модулем упругости  $E = 2,1 \cdot 10^{11}$  Па (2,111 Па). Определить критическую силу, при которой шток потеряет устойчивость. Ответ дать в кН.
- № 6 При движении вагона-ПУ по путям общего пользования при нестационарном режиме движения транспортные ускорения (перегрузки) в вертикальном ( $az$ ) и продольном ( $ax$ ) направлениях не превышают следующих значений.
- № 7 На основание с жесткостью  $C = 15$  кН установлен приборный отсек массой  $m = 20$  кг. Определить круговую частоту  $\omega$  колебаний приборного отсека, приняв его как абсолютно твердое тело массой  $m$  на основании жесткостью  $C$ . Ответ дать в рад/с.
- № 8 На основание с жесткостью  $C = 50$  кН установлен дизель-генератор массой  $m = 325$  кг. Определить частоту  $f$  колебаний дизель-генератора, приняв его как абсолютно твердое тело массой  $m$  на основании жесткостью  $C$ . Ответ дать в Гц.
- № 9 Имеется корпус гидроцилиндра с внутренним диаметром  $d = 100$  мм и внешним  $D = 120$  мм. Корпус гидроцилиндра изготовлен из стали 38ХМ с пределом текучести 687 МПа. Определить коэффициент запаса прочности корпуса гидроцилиндра, если испытательное давление составляет 29 МПа.
- № 10 За счет чего происходит торможение гидроцилиндра на конечных углах опускания груза?

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 В вагоне-ПУ расположено следующее оборудование (наименование, масса, координата центра масс относительно передней тележки вагона-ПУ):

- стрела, 15 тонн, 18 метров;
- перевозимый груз, 100 тонн, 15 метров;
- транспортный агрегат, 25 тонн, 18,5 метров;
- гидравлическое оборудование, 1,5 тонн, 10 метров.

Определить координату суммарного центра масс вагона-ПУ относительно передней колесной тележки.

Варианты ответа:

- а) 13,7 м;

- б) 15,8м;
- в) 16 м;
- г) 14,5 м.
- № 2 Имеется корпус гидравлического цилиндра с внутренним диаметром  $d = 200$  мм. Корпус гидроцилиндра изготовлен из стали 40Х с пределом текучести 450 МПа. Испытательное давление составляет 31 МПа. Определить толщину стенки корпуса гидроцилиндра с учетом необходимого коэффициента запаса прочности равного 1,5. Корпус гидравлического цилиндра принять как толстостенную оболочку.
- а) 10,3;
- б) 8,2;
- в) 7,5;
- г) 15,5.
- № 3 Как происходит фиксация груза при регламентном обслуживании (угол подъема 15 градусов)?
- Варианты ответа:
- а) С помощью подводных опор;
- б) За счет постоянного давления в гидроцилиндре;
- в) За счет талрепов, установленных на балке;
- г) За счет упоров, установленных на заднем ложементе балки.
- № 4 Куда передают нагрузку домкраты из системы вывешивания и горизонтирования при старте изделия?
- Варианты ответа:
- а) На шпалы железнодорожного пути;
- б) Напрямую на рельсы железнодорожного пути;
- в) На соседние вагоны;
- г) Через промежуточные башмаки на колеса вагонной тележки
- № 5 Зачем предназначены талрепы, установленные на передний и задний ложемент балки?
- Варианты ответа:
- а) Для крепления балки к стенкам вагона;
- б) Для фиксации груза от перемещения в поперечном направлении при транспортировании;
- в) Для фиксации груза от перемещения в вертикальном направлении при транспортировании;
- г) Для фиксации груза от перемещения в продольном направлении при транспортировании.
- № 6 Какие подшипники установлены в ось цапф (ось поворота контейнера с грузом)?
- Варианты ответа:
- а) Игольчатые;
- б) Роликовые;

- в) Сферические;
- г) Шариковые.
- № 7 Для чего предназначены фиксаторы (упоры) установленные на задний ложемент балки?
- Варианты ответа:
- а) Для увеличения жесткости конструкции балки;
- б) Для фиксации груза от перемещения в поперечном направлении при транспортировании;
- в) Для фиксации груза от перемещения в вертикальном направлении при транспортировании;
- г) Для фиксации груза от перемещения в продольном направлении при транспортировании.
- № 8 Для чего предназначен термодатчик?
- Варианты ответа:
- а) Для уменьшения давления масла в гидроцилиндре при его нагреве;
- б) Для регулирования температуры масла перед его подачей в гидроцилиндр;
- в) Для предотвращения работы гидроцилиндра в генераторном режиме;
- г) Для увеличения скорости подъема груза.
- № 9 Дать назначение напорного клапана, связанного со сливной полостью гидроцилиндра подъема.
- Варианты ответа:
- а) Предотвращение работы гидроцилиндра в генераторном режиме (исключение зон разрежения в штоковой полости) при неблагоприятных ветровых нагрузках;
- б) Увеличение расхода масла в штоковой полости при подъеме и опускании груза;
- в) Регулирование скорости движения ступеней гидроцилиндра в процессе подъема/ опускания груза;
- г) Ни один из вариантов не является верным.
- № 10 Максимальная нагрузка на днище контейнера при старте изделия составляет  $P = 3000$  кН. Плечо между действия нагрузки и осью цапф контейнера составляет  $\delta = 0,5$  м. Плечо гидроцилиндра подъема и осью цапф составляет  $h = 3,5$  м. Определить нагрузку, действующую на гидроцилиндр при старте. Ответ дать в кН.
- Варианты ответа:
- а) 500 кН;
- б) 387,7 кН;
- в) 400,76 кН;
- г) 428,5 кН.