


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

УТВЕРЖДАЮ
Декаан факультета


(подпись) Юнаков Л. П.
« 31 » 05 2022 ФИО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЛА

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии проектирования и конструирования
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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	
3	5	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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


24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Авферинок Сергей Эдуардович, старший преподаватель



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЛА

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:

ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-3 — способность участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

- на уровне представлений:

основы теории расчета на прочность и устойчивость стержней, пластин и оболочек при различных способах нагружения и закрепления ;

- на уровне воспроизведения:

составлять расчетные схемы силовых конструкций для анализа и оценки несущей способности ;

- на уровне понимания:

понимать возможности инженерных пакетов проектирования и компьютерных технологий для анализа состояния ракетно-космической техники;;

умения:

проводить расчеты на прочность и устойчивость пластин, стержневых, герметичных и негерметичных оболочечных конструкций при различных способах нагружения;;

навыки:

владеть методиками расчета на прочность и устойчивость пластин, стержневых, герметичных и негерметичных оболочечных конструкций при различных способах нагружения..

ОПК-3

знания:

анализ поведения отдельного элемента внутри силовой схемы и взаимодействие с другими элементами;;

умения:

применять методы поиска оптимальных решений с использованием компьютерных технологий;;

навыки:

использования компьютерных технологий на стадиях анализа и синтеза проектных решений на всех этапах проектирования..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ТЕОРИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

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		ОПК-1	ОПК-3
3	5	Раздел 1. Предмет и задачи курса. Конструкция и ее модель. Расчетная схема, как вариант математической модели.	2	2	2	0	0	10	10
3	5	Раздел 2. Основные уравнения теории упругости. Гипотезы линейной теории упругости. Теория напряжений, принцип Сен-Венана. Уравнения равновесия, геометрические и физические уравнения. Общая система уравнений напряженно-деформированного состояния элемента конструкции.	11	6	6	0	5	20	20
3	5	Раздел 3. Уравнения теории тонких оболочек. Гипотезы теории тонких оболочек Деформация срединной поверхности и произвольного слоя оболочки. Физические уравнения. Внутренние погонные усилия и моменты в оболочке.	21	11	6	5	10	10	10
3	5	Раздел 4. Расчет оболочек по безмоментной теории. Уравнения безмоментной теории оболочек. Напряжения и перемещения в оболочках, нагруженных внутренним давлением.	20	10	6	4	10	20	20
3	5	Раздел 5. Изгиб цилиндрических оболочек. Цилиндрическая оболочка, нагруженная по краям перерезывающей силой и изгибающим моментом. Краевой эффект в области сопряжения цилиндрической оболочки с элементами силового набора.	25	10	6	4	15	20	20
3	5	Раздел 6. Устойчивость элементов конструкций. Физическая картина поведения стержней, пластин и оболочек при потере устойчивости. Местная и общая потеря устойчивости. Устойчивость цилиндрической оболочки при осевом сжатии и внешнем давлении.	17	10	6	4	7	10	10
3	5	Раздел 7. Численные методы строительной механики. Общая характеристика численных методов для расчета напряженно-деформированного состояния конструкции.	12	2	2	0	10	10	10
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Уравнения теории тонких оболочек.	Исследование влияния типа конечного элемента на напряжения и прогиб балки. Балочная расчетная схема для определения напряжений в подкрепленной оболочке.	5
2	Раздел 4. Расчет оболочек по безмоментной теории.	Исследование безмоментных напряжений в днищах, нагруженных давлением.	4
3	Раздел 5. Изгиб цилиндрических оболочек.	Исследование краевых эффектов в цилиндрических оболочках, нагруженных давлением.	4
4	Раздел 6. Устойчивость элементов конструкций.	Устойчивость цилиндрической оболочки, сжатой осевой силой.	4
Всего за 5 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 2. Основные уравнения теории	Уравнения равновесия, геометрические и физические уравнения. Общая система уравнений напряженно-деформированного	5

	упругости.	состояния элемента конструкции.	
2	Раздел 3. Уравнения теории тонких оболочек.	Деформация срединной поверхности и произвольного слоя оболочки. Физические уравнения. Внутренние погонные усилия и моменты в оболочке.	10
3	Раздел 4. Расчет оболочек по безмоментной теории.	Исследование краевых эффектов в цилиндрических оболочках, нагруженных давлением.	10
4	Раздел 5. Изгиб цилиндрических оболочек.	Исследование краевых эффектов в цилиндрических оболочках, нагруженных давлением.	15
5	Раздел 6. Устойчивость элементов конструкций.	Устойчивость цилиндрической оболочки, сжатой осевой силой и внешним давлением.	7
6	Раздел 7. Численные методы строительной механики.	Инженерные пакеты твердотельного моделирования и проектирования силовых конструкций на основе метода конечных элементов.	10
Всего за 5 семестр			57

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
5	ТекК		ТекК		ВПЗ	ДР	Отч. по ПЗ	ВПЗ		ДР	ВПЗ	ТекК	Отч. по ПЗ	ВПЗ	ТекК	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Погорелов. . Строительная механика летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 129 экз.
2. В. И. Погорелов. . Строительная механика тонкостенных конструкций. СПб.: БХВ-Петербург, 2007, 194 экз.
3. В. И. Погорелов. . Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 85 экз.
4. В. И. Погорелов. . Строительная механика летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
5. Л. И. Балабух, Н. А. Алфутков, В. И. Усюкин. . Строительная механика ракет. М.: Высш. шк., 1984, 46 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

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

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 - 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. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
2. Mathcad Prime 3.1;
3. 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;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
3. Mathcad Prime 3.1;
4. Matlab 2015a SP1.

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 **СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ЛА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-3 способность участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с анализом напряженно-деформированного состояния и несущей способностью ракетных конструкций.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

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.
Раздел 2. Основные уравнения теории упругости.		
Уравнения равновесия, геометрические и физические уравнения. Общая система уравнений напряженно-деформированного состояния элемента конструкции.	В. И. Погорелов. . Строительная механика тонкостенных конструкций: СПб.: БХВ-Петербург, 2007 (2)	5
Итого по разделу 2		5
Раздел 3. Уравнения теории тонких оболочек.		
Деформация срединной поверхности и произвольного слоя оболочки. Физические уравнения. Внутренние погонные усилия и моменты в оболочке.	В. И. Погорелов. . Строительная механика летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1,2) В. И. Погорелов. . Строительная механика тонкостенных конструкций: СПб.: БХВ-Петербург, 2007 (6)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Расчет оболочек по безмоментной теории.		
Исследование краевых эффектов в цилиндрических оболочках, нагруженных давлением.	В. И. Погорелов. . Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (7) В. И. Погорелов. . Строительная механика летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (5)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Изгиб цилиндрических оболочек.		
Исследование краевых эффектов в цилиндрических оболочках, нагруженных давлением.	В. И. Погорелов. . Строительная механика летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (6) В. И. Погорелов. . Строительная механика тонкостенных конструкций: СПб.: БХВ-Петербург, 2007 (8)	15
Итого по разделу 5		15
Раздел 6. Устойчивость элементов конструкций.		
Устойчивость цилиндрической оболочки, сжатой осевой силой и внешним давлением.	В. И. Погорелов. . Строительная механика летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (8) В. И. Погорелов. . Прочность и	7

	устойчивость тонкостенных конструкций: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (12 - 13)	
Итого по разделу 6		7
Раздел 7. Численные методы строительной механики.		
Инженерные пакеты твердотельного моделирования и проектирования силовых конструкций на основе метода конечных элементов.	В. И. Погорелов. . Прочность и устойчивость тонкостенных конструкций: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (14)	10
Итого по разделу 7		10

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- отчет по практическому заданию;
- экзамен.

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 для текущего контроля

Вопросы для текущего контроля направлены на оценку освоения учебного материала разделов рабочей программы дисциплины. Контроль проводится в форме собеседования, в ходе которого студент отвечает на вопросы преподавателя.

Контрольное мероприятие считается выполненным, если студент дал не менее двух правильных ответов.

Перечень вопросов для текущего контроля входит в состав УМК дисциплины.

Вопросы/задания по темам ПЗ

Комплекты заданий представлены в УМК дисциплины.

Примерный перечень вопросов по одной из тем:

- Почему теоретическое решение отличается от решений, полученных численным методом.
- Сколько степеней свободы имеет балочный элемент.
- Сколько степеней свободы имеет оболочечный элемент.
- Сколько степеней свободы имеет твердотельный элемент.
- Какой элемент имеет наибольшую погрешность решения.

Отчет по практическому заданию

Результаты практического занятия оформляются в виде отчета. Защита ПЗ предусматривает обсуждение порядка решения предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку освоения студентом соответствующих сведений из теории.

Отчет принимается и работа считается выполненной при выполнении требований к оформлению отчета и получении не менее 60% правильных ответов на заданные вопросы преподавателя.

Основаниями для дополнительной доработки отчета являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала;
- отсутствия необходимых разделов;
- некорректной обработки результатов.

Экзамен

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Допуском к экзамену является выполнение и успешная защита всех практических заданий.

Оценка за экзамен выставляется по результатам ответов на экзаменационные вопросы, перечень которых представлен в УМК дисциплины.

Критерии оценивания:

- правильные полные и четкие ответы на все вопросы преподавателя, при грамотном представлении, – «отлично»;
- правильные, но недостаточно полные и четкие ответы на поставленные преподавателем вопросы – «хорошо»;

- правильные ответы на большую часть поставленных вопросов при недостаточном полном их освещении – «удовлетворительно»;
- неправильные и неполные ответы на поставленные преподавателем вопросы – «неудовлетворительно».

Паспорт фонда оценочных средств

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		ОПК-1	ОПК-3	
3	5	Раздел 1. Раздел 1. Предмет и задачи курса.	2	2	2	0	0	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 2. Основные уравнения теории упругости.	11	6	6	0	5	20	20	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 3. Уравнения теории тонких оболочек.	21	11	6	5	10	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 4. Расчет оболочек по безмоментной теории.	20	10	6	4	10	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 5. Изгиб цилиндрических оболочек.	25	10	6	4	15	20	20	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 6. Устойчивость элементов конструкций.	17	10	6	4	7	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Отчет по практическому заданию
3	5	Раздел 7. Численные методы строительной механики.	12	2	2	0	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	