

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Композитные конструкции в ракетно-космической технике
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

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	
4	7	4	144	51	34	0	17	93	0	0	93	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: 2026

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Евстафьев Виктор Александрович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

**А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Ремшев Е.Ю., д.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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:

ПК-4.5 — Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-4.5

знания:

1. Постановки задачи конструирования, содержания и особенностей процесса конструирования.
2. Основных особенностей расчета нагрузок, действующих на конструкции корпуса космического аппарата (КА).
3. Конструктивно-силовых схем типовых конструкций КА.
4. Особенности и применения конструкционных материалов.;

умения:

Рассчитывать нагрузки, действующие на конструкции корпуса КА.;

навыки:

Анализировать особенности, достоинства и недостатки конструктивно-силовых схем типовых конструкций КА..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ**.

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
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ПК-4.5 — Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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		ПК-4.5
4	7	Раздел 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах. Основные понятия. Требования, предъявляемые к конструкции. Постановка задачи конструирования. Содержание и особенности процесса конструирования. Классификация нагрузок. Статические нагрузки. Внешние силы. Внутренние силовые факторы. Динамические нагрузки. Конструктивно-силовые схемы (КСС) отсеков корпуса КА. КСС и формы топливных баков. КСС солнечных батарей. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам, критерии их выбора. Особенности и применение металлических конструкционных материалов. Особенности и применение композиционных материалов.	95	35	24	11	60	60
4	7	Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА. Стрингерный отсек. Герметичный приборный отсек. Ферменный отсек. Подвесной сферический бак. Динамическое нагружение конструкции панели солнечной батареи при раскрытии.	49	16	10	6	33	40
Всего за 7 семестр			144	51	34	17	93	100
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах.	Изучение типовых узлов соединения отсеков корпуса КА и элементов отсеков. Выполнение эскизов соединений.	5
2		Расчет нагрузок, действующих на конструкции отсеков корпуса КА.	6
3	Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА.	Проектировочный прочностной расчет корпуса герметичного приборного отсека КА.	6
Всего за 7 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах.	Изучение литературы по теме раздела.	25
2		Выполнение практических заданий.	25
3		Подготовка к сдаче практических заданий.	10
4	Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА.	Изучение литературы по теме раздела.	18
5		Выполнение практических заданий.	10
6		Подготовка к сдаче практических заданий.	5
Всего за 7 семестр			93

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
7						ДР				ДР	Отч. по ПЗ				ОС	ДР	Отч. по ПЗ

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ОС – устный опрос студентов.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2004, эл. рес.
2. Б. В. Грабин, О. И. Давыдов, В. И. Жихарев. . Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1991, 19 экз.
3. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
4. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
5. Н. И. Паничкин, Ю. В. Слепушкин, В. П. Шинкин. . Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1986, 9 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. К. В. Безручко, В. Ф. Гайдуков, С. В. Губин. . Солнечные батареи автоматических космических аппаратов (компоновка на КА, конструкция узлов, проектировочные расчёты). Харьков: Изд-во ХАИ, 2011, 2 экз.

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/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <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»;
3. <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:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

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

6.2. Практические занятия:

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

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 **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-4.5 Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с несущими конструкциями космических аппаратов, их нагружением, а также выбором конструкционных материалов и основами прочностного расчета конструкций.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1)	25
Выполнение практических заданий.	Н. И. Паничкин, Ю. В. Слепушкин, В. П. Шинкин. . Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1986 (16)	25
Подготовка к сдаче практических заданий.	Б. В. Грабин, О. И. Давыдов, В. И. Жихарев. . Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (1)	10
Итого по разделу 1		60
Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА.		
Изучение литературы по теме раздела.	А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1-7) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1)	18
Выполнение практических заданий.	Б. В. Грабин, О. И. Давыдов, В. И. Жихарев. . Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (2) Н. И. Паничкин, Ю. В. Слепушкин, В. П. Шинкин. . Конструкция и проектирование космических летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1986 (10)	10
Подготовка к сдаче практических заданий.	К. В. Безручко, В. Ф. Гайдуков, С. В. Губин. . Солнечные батареи автоматических космических аппаратов (компоновка на КА, конструкция узлов, проектировочные расчёты): Харьков: Изд-во ХАИ, 2011 (1-6, 8)	5
Итого по разделу 2		33

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- 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.

Устный опрос студентов

Каждому студенту устно задаются два вопроса по разделам курса. Ответы зачитываются при отсутствии в них грубых ошибок.

Перечень контрольных вопросов входит в состав УМК дисциплины.

Отчет по практическому заданию

Отчеты по практическому заданию представляются на листах формата А4. Студент допускается к защите задания, если в решении отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одно практическое задание – 100.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- погрешности в оформлении отчета – 5-10 баллов;
- небольшие погрешности в ответе на один из трех вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из трех вопросов – 10-20 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из трех вопросов – 20-40 баллов.

Практическое задание зачитывается при наборе студентом не менее 60 баллов.

Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

Экзамен

К экзамену допускаются студенты, защитившие все практические задания, предусмотренные рабочей программой. Экзамен проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса экзаменационного билета. Максимальное количество баллов 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в ответе на один из двух вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из двух вопросов – 15-30 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из двух вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «отлично» – 86-100 баллов;
- «хорошо» – 75-84 баллов;
- «удовлетворительно» – 60-74 баллов;
- "неудовлетворительно" - менее 60 баллов.

Вопросы к экзамену размещены в УМК дисциплины.

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		ПК-4.5	
4	7	Раздел 1. Общие сведения о несущих конструкциях КА, их нагружении и конструкционных материалах.	95	35	24	11	60	60	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
4	7	Раздел 2. Расчет типовых конструкций КА.	49	16	10	6	33	40	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
Всего за 7 семестр			144	51	34	17	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	

**Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

ПК-4.5 - Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Чему равно внутреннее избыточное давление в негерметичном отсеке КА (размерность в Па) при давлении окружающей среды $0,5 \cdot 10^5$ (десять в пятой степени) Па?
1. $0,5 \cdot 10^5$
 2. 0
 3. 10^5
 4. $1,5 \cdot 10^5$
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Сформулируйте постановку задачи конструирования.
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что такое удельная прочность материала при растяжении?
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
1. Какое утверждение относится к топливному отсеку с отдельными баками?
 2. Какое утверждение относится к топливному отсеку с совмещенными баками?
 3. Какое утверждение относится к подвесному баку с вытеснительной подачей топлива?
- А. Гидростатическим давлением жидкости можно пренебречь.
Б. Более надежно разделены самовоспламеняющиеся компоненты топлива.
В. Эта схема позволяет уменьшить длину топливного отсека.
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие
1. Из какого условия находится количество шпангоутов в стрингерном отсеке?
 2. Из какого условия находится количество стрингеров в стрингерном отсеке?
 3. Из какого условия находится толщина стенки металлической оболочки, нагруженной внутренним давлением.
- А. Из условия устойчивости части обшивки между двумя соседними стрингерами.
Б. Из условия устойчивости оболочки.
В. Из условия устойчивости стрингера с прилегающей полосой обшивки как сжатого стержня.
Г. Из условия прочности оболочки.
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите последовательность по порядку повышения предела прочности следующих конструкционных материалов:
1. Титановый сплав ВТ6
 2. Алюминиевый сплав АМг6
 3. Алюминиевый сплав В95
 4. Алюминиевый сплав Д16
 5. Алюминий.

- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите последовательность разработки конструкции КА.
1. Оптимизация параметров конструкции для каждого из опорных вариантов конструктивно-силовых схем (КСС).
 2. Детальная конструктивно-технологическая проработка конструкции.
 3. Анализ возможных вариантов КСС. Выбор нескольких опорных вариантов.
 4. Разработка конструкторской документации.
 5. Анализ информации о существующих и перспективных технических решениях, патентный поиск.
 6. Доводочные испытания конструкции (при необходимости).
 7. Выбор рациональной КСС.
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Из какого материала целесообразнее изготовить конструкцию рефлектора параболической антенны космического аппарата, чтобы уменьшить термоупругие деформации рефлектора?
1. Сталь.
 2. Алюминиевый сплав.
 3. Магниевого сплав.
 4. Углепластик.
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Как зависит устойчивость тонкой цилиндрической оболочки при продольном сжатии от несовершенств ее формы?
1. Не зависит.
 2. Чем больше несовершенств формы, тем ниже устойчивость.
 3. Чем больше несовершенств формы, тем выше устойчивость.
 4. По разному в зависимости от вида несовершенства формы.
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие утверждения относятся к солнечным батареям (СБ) с гибкой подложкой?
1. СБ в транспортировочном положении занимает мало места.
 2. Подложка имеет высокую изгибную жесткость.
 3. Для выработки электрической энергии используются тонкопленочные фотоэлектрические преобразователи (ФЭП).
 4. В качестве подложки используется сетка из струн.
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Из каких двух условий находятся частота колебаний панели солнечной батареи при раскрытии (сразу после фиксации панели в рабочем положении) и максимальный прогиб конца панели?
1. Из равенства максимальной кинетической энергии и максимальной потенциальной энергии системы при колебаниях.
 2. Из условия прочности панели.

3. Из равенства кинетической энергии панели при ее установке в рабочее положение и максимальной кинетической энергии системы при колебаниях.

4. Из уравнения колебаний системы с одной степенью свободы.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

В каких случаях конструкцию необходимо рассчитывать на устойчивость?

1. В тонкостенной конструкции действуют растягивающие напряжения.

2. Стержень нагружен продольной сжимающей нагрузкой.

3. Сплошной цилиндр нагружен продольной сжимающей нагрузкой.

4. В тонкостенной цилиндрической оболочке действуют меридиональные сжимающие напряжения.