

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Методы искусственного интеллекта в виброакустике и прочности
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

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	
5	9	5	180	51	17	0	34	129	0	0	129	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

15.04.03 Прикладная механика

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ _____
Упоров Павел Анатольевич, преподаватель

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ _____
Назарова Елизавета Дмитриевна, преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., к.т.н. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., к.т.н. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

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-12.3 — Способен осуществлять системные мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области виброакустики и прочностных расчетов

ПК-91 — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-12.3

знания:

основных алгоритмов топологической оптимизации и их математических основ.;

умения:

выбирать и применять методы топологической оптимизации для снижения массы конструкции при сохранении прочности.;

навыки:

настройки параметров оптимизации.

ПК-91

знания:

знание стандартов обмена данными и протоколов совместной работы;

навыки:

ведения документации в системах контроля версий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБЪЕМНОЕ СКаниРОВАНИЕ, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПРАКТИКА, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 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-12.3	ПК-91
5	9	Раздел 1. Методы оптимизации формы. Топологическая оптимизация. Топографическая оптимизация. Размерная оптимизация. Локальная оптимизация формы. Ячеистая оптимизация. Генеративное проектирование.	63	20	6	14	43	34	34
5	9	Раздел 2. Методы топологической оптимизации. Методы топологической оптимизации: ESO, BESO, PTO, SIMP. Условия топологической оптимизации, целевая функция и ограничения.	63	20	6	14	43	33	33
5	9	Раздел 3. Основы аддитивных технологий. Основные виды аддитивных технологий: FDM, SLA, SLS, SLM, EBM, DLD, Polyjet, LOM, . Материалы, применяемые в аддитивных технологиях. Модели материалов в МКЭ.	54	11	5	6	43	33	33
Всего за 9 семестр			180	51	17	34	129	100	100
Всего по дисциплине			180	51	17	34	129	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Методы оптимизации формы.	Оптимизация формы конструкций	14
2	Раздел 2. Методы топологической оптимизации.	Топологическая оптимизация конструкций	14
3	Раздел 3. Основы аддитивных технологий.	Создание модели материала для МКЭ	6
Всего за 9 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Методы оптимизации формы.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	43
2	Раздел 2. Методы топологической оптимизации.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	43
3	Раздел 3. Основы аддитивных технологий.	Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	43
Всего за 9 семестр			129

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
9			ИПЗ			ДР		ИПЗ		ДР			ИПЗ			ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание.

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Солдаткин, Е. С. Баранова. . Введение в метод конечных элементов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 74 экз.
2. А. В. Солдаткин, Е. С. Баранова. . Введение в метод конечных элементов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.

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:

не требуется.

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 2020 R2.

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. ANSYS 2020 R2.

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 **ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова* кафедрой *Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-12.3 Способен осуществлять системные мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области виброакустики и прочностных расчетов;

ПК-91 способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением современных цифровых методов в инженерном проектировании, включая оптимизацию формы и структуры конструкций, топологические методы улучшения характеристик изделий, а также использование аддитивных технологий для создания сложных геометрий.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**129 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 129 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. Методы оптимизации формы.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	А. В. Солдаткин, Е. С. Баранова. . Введение в метод конечных элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1)	43
Итого по разделу 1		43
Раздел 2. Методы топологической оптимизации.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	А. В. Солдаткин, Е. С. Баранова. . Введение в метод конечных элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1)	43
Итого по разделу 2		43
Раздел 3. Основы аддитивных технологий.		
Анализ лекционного материала. Просмотр рекомендуемых источников по теме раздела.	А. В. Солдаткин, Е. С. Баранова. . Введение в метод конечных элементов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1)	43
Итого по разделу 3		43

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- индивидуальное практическое задание;
- 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.

Индивидуальное практическое задание

По каждому разделу обучающийся выполняет задание в программном обеспечении, реализующем технологии оптимизации формы. Темы заданий:

- 1) Оптимизация формы конструкций
- 2) Топологическая оптимизация конструкций
- 3) Создание модели материала для МКЭ

Процедуры защиты не требуется.

Варианты индивидуальных практических заданий находятся в УМК дисциплины

Экзамен

Экзамен проводится проводится в форме тестирования. В тесте 10 вопросов. По результатам тестирования выставляются оценки по следующим критериям:

- 6 или 7 правильных ответов на вопросы – удовлетворительно;
- 8 правильных ответов на вопросы – хорошо;
- 9 или 10 правильных ответов на вопросы – отлично

Вопросы для экзамена находятся 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-12.3	ПК-91	
5	9	Раздел 1. Методы оптимизации формы.	63	20	6	14	43	34	34	Индивидуальное практическое задание
5	9	Раздел 2. Методы топологической оптимизации.	63	20	6	14	43	33	33	Индивидуальное практическое задание
5	9	Раздел 3. Основы аддитивных технологий.	54	11	5	6	43	33	33	Индивидуальное практическое задание
Всего за 9 семестр			180	51	17	34	129	100	100	
Всего по дисциплине			180	51	17	34	129	100	100	

Оценочные материалы по дисциплине ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ПК-12.3 - Способен осуществлять системные мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области виброакустики и прочностных расчетов

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Объясните суть топологической оптимизации и её основные цели в инженерном проектировании
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие этапы включает генеративное проектирование? (Выберите 3)
- А) Задание ограничений и целей
 - Б) Ручное моделирование эскизов
 - В) Автоматическая генерация вариантов
 - Г) Визуальный выбор оптимального решения
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Опишите принцип работы аддитивной технологии FDM и её ключевые преимущества
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие между видами оптимизации формы и их определениями:
- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">1. Топологическая2. Топографическая3. Размерная4. Локальная оптимизация формы | <ul style="list-style-type: none">А) Изменение толщины или сечения элементов конструкции при фиксированной топологии.Б) Оптимизация границ и контуров детали без изменения топологии.В) Определение оптимального распределения материала в заданной области.Г) Корректировка формы конкретных зон (например, скруглений) для снижения концентрации напряжений. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие
Соотнесите методы топологической оптимизации с их расшифровкой
- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">1. ESO2. BESO3. PTO4. SIMP | <ul style="list-style-type: none">А) Метод бинарной эволюционной оптимизации, позволяющий добавлять и удалять материал.Б) Эволюционная оптимизация, удаляющая элементы с низким напряжением.В) Параметрическая топологическая оптимизация на основе параметрических кривых.Г) Метод с промежуточной плотностью материала и штрафной функцией. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
Расположите этапы топологической оптимизации методом SIMP в правильном порядке:
- 1. Задание области проектирования и нагрузок.
 - 2. Дискретизация области конечными элементами.
 - 3. Решение уравнения равновесия МКЭ.

4. Расчет чувствительности целевой функции.
5. Обновление поля плотности материала.
6. Проверка критерия сходимости.

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность шагов при подготовке модели для FDM-печати:

Экспорт в формат STL.

Создание 3D-модели в CAD.

Слайсинг (генерация G-кода).

Настройка параметров печати (температура, скорость).

Загрузка файла в 3D-принтер.

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой метод оптимизации позволяет добавлять и удалять материал на итерациях?

А) ESO

Б) SIMP

В) BESO

Г) PTO

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой материал не используется в SLA?

А) Эпоксидная смола

Б) Фотополимер

В) Нейлоновый порошок

Г) Акрилат

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что минимизируется в топологической оптимизации при ограничении на объем?

А) Масса конструкции

Б) Максимальное напряжение

В) Податливость

Г) Деформация

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

Какие ограничения учитываются в топологической оптимизации?

А) Объем материала

Б) Максимальное напряжение

В) Цвет детали

Г) Смещение в заданной точке

Д) Температура эксплуатации

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

Какие материалы используются в SLS?

- А) Нейлон PA12
- Б) Фотополимер
- В) Поликарбонат
- Г) Титановый порошок
- Д) ABS-пластик

ПК-91 - способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Напишите основные отличия между методами SIMP и ESO в топологической оптимизации?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Почему генеративное проектирование считается перспективным направлением в цифровом инженерном проектировании?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите аддитивные технологии с их материалами:

- 1. SLA
- 2. SLS
- 3. SLM
- 4. FDM

- А) Порошки металлов (титан, алюминий).
- Б) Фотополимерные смолы.
- В) Термопластики (ABS, PLA).
- Г) Полимерные порошки (нейлон, поликарбонат).

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Укажите соответствие между терминами и их описаниями:

- 1. Генеративное проектирование
- 2. Ячеистая оптимизация
- 3. Целевая функция в SIMP
- 4. Модели материалов в МКЭ

- А) Алгоритмический поиск оптимальных форм на основе ИИ.
- Б) Минимизация податливости конструкции при ограничении на объем.
- В) Оптимизация структуры сотовых или решетчатых заполнителей.
- Г) Учет анизотропии и нелинейности свойств при 3D-печати.

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Последовательность анализа результатов топологической оптимизации:

- 1. Визуализация распределения плотности.
- 2. Проверка выполнения ограничений (напряжения, деформации).
- 3. Верификация методом МКЭ.
- 4. Интерпретация геометрии (сглаживание, репараметризация).

- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какая технология подходит для печати металлических имплантатов?
- А) FDM
 - Б) SLA
 - В) SLM
 - Г) Polyjet
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой параметр является ключевым для ячеистой оптимизации?
- А) Диаметр стержней решетки
 - Б) Толщина оболочки
 - В) Размер сот
 - Г) Угол армирования
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой метод оптимизации ориентирован на минимизацию массы при заданных ограничениях на напряжения?
- А) Параметрическая оптимизация формы
 - Б) Топологическая оптимизация
 - В) Топографическая оптимизация
 - Г) Оптимизация толщин оболочек
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Для каких задач применяется топографическая оптимизация?
- А) Изменение контура ребер жесткости
 - Б) Перераспределение материала в области
 - В) Корректировка толщины стенок
 - Г) Удаление отверстий
- № 10 Прочитайте текст и установите последовательность
Расположите стадии процесса SLS-печати:
1. Опускание платформы на толщину слоя.
 2. Очистка изделия от неспеченного порошка.
 3. Нанесение тонкого слоя порошка на платформу.
 4. Селективное спекание лазером.
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие преимущества дают аддитивные технологии?
- А) Снижение отходов материала
 - Б) Увеличение скорости массового производства
 - В) Возможность создания сложных полостей

Г) Снижение затрат на оснастку

Д) Повышение точности литья

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

Какие методы относятся к топологической оптимизации?

А) SIMP

Б) Генеративное проектирование

В) BESO

Г) Локальная оптимизация скруглений