

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Севастопольский государственный университет»

“УТВЕРЖДАЮ”
Заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»,
_____ Братан С.М.
“ 08 ” “ 05 ” 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.02 Технологии быстрого прототипирования

(шифр и название дисциплины)

направление подготовки **15.06.01 Машиностроение**

(шифр и название направления подготовки)

профиль **Технология машиностроения**

(название профиля)

уровень высшего образования **аспирантура**

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

квалификация **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

(название)

Севастополь
2020

Рабочая программа дисциплины «Технологии быстрого прототипирования» для обучающихся по программам аспирантуры по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение (профиль «Технология машиностроения»).

1. Разработана кафедрой «Технология машиностроения» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» в соответствии со следующими нормативными документами:

– Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 881;

– Положения о порядке разработки и утверждения основной образовательной программы № 02-08/17, принятого решением ученого совета Севастопольского государственного университета (протокол №1 от 24.04.2015) и утвержденного приказом ректора от 24.04.2015;

– Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденного Приказом Минобрнауки РФ от 19.11.2013 г. № 1259.

2. Впервые утверждена и введена с действие на заседании кафедры «Технологии машиностроения» от «08» 05 2020 г., протокол № 14.

Переутверждена и введена в действие с изменениями на заседании кафедры «Технологии машиностроения» от «___» _____ г., протокол № _____.

Переутверждена и введена в действие с изменениями на заседании кафедры «Технологии машиностроения» от «___» _____ г., протокол № _____.

Переутверждена и введена в действие с изменениями на заседании кафедры «Технологии машиностроения» от «___» _____ г., протокол № _____.

3. Разработчик рабочей программы: Рощупкин С.И., к.т.н, доцент кафедры «Технология машиностроения»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, ее объем и место в структуре образовательной программы.....	4
2. Содержание и структура учебной дисциплины.....	6
3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	8
4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	9
5. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	13
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	14

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ЕЕ ОБЪЕМ И МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Технологии быстрого прототипирования» (ТБП) – подготовка аспирантов, обучающихся по направлению 15.06.01 «Машиностроение» к решению профессиональных задач в следующих видах профессиональной деятельности.

Научно-исследовательская деятельность:

- проведение в минимальные сроки научно-исследовательских и опытно-конструкторские разработок (НИОКР) при создании новых образцов техники на основе технологий быстрого прототипирования
- техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработка предложений по их реализации.

Задачи освоения дисциплины

Задачи освоения дисциплины ТБП заключаются в ознакомлении аспирантов с современными технологиями быстрого прототипирования, их основными областями применения, отличительными особенностями, а также в получении навыков практического применения некоторых существующих технологий.

Для освоения дисциплины аспирант должен

знать:

- основные существующие технологии быстрого прототипирования, отличительные особенности, используемые материалы, области и способы их применения;
- перспективы развития технологий быстрого прототипирования;
- основные этапы создания опытного образца;
- программные продукты для трёхмерного моделирования объектов
- технологию получения отливок методом вакуумного литья по выплавляемым моделям

уметь:

- выбрать способ быстрого прототипирования в зависимости от поставленной задачи;
- выполнить последовательность действий по подготовке исходного файла для прототипирования.

владеть:

- навыками проектирования отливок и литниковой системы методом вакуумного литья по выплавляемым моделям;
- навыками анализа функциональности разработанных трехмерных моделей объектов;
- навыками оценки возможностей рационального использования технологий быстрого прототипирования в зависимости от сложности объекта.

Формируемые компетенции

В результате изучения дисциплины ТБП у аспиранта формируются следующие компетенции:

- знает современное состояние, перспективы развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, техническую вооруженность машиностроительной отрасли (ПК-1);
- способен оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления (ПК-8);

Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
знает современное состояние, перспективы развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке, техническую вооруженность машиностроительной отрасли (ПК-1);	Знать: современное состояние, перспективы развития технологий и технологического оборудования на мировом рынке Уметь: выбирать технологии под конкретные задачи Владеть: навыками оценки технической вооруженности машиностроительных предприятий
способен оптимизировать параметры процесса в целях повышения производительности, качества и экономичности обработки, а также снижения энергопотребления (ПК-8);	Знать: основные критерии для оптимизации параметров процесса в целях повышения производительности Уметь: определять основные резервы для повышения экономичности обработки Владеть: навыками выбора наиболее эффективных технологий с точки зрения снижения издержек на энергопотребление

1.2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина ТБП является факультативной дисциплиной учебного процесса

Изучение дисциплины ТБП базируется на дисциплинах:

1. физика;
2. химия;
3. материаловедение и технология конструкционных материалов;
4. Технологические методы производства заготовок

Результаты освоения дисциплины ТБП будут использованы в научной, исследовательской и педагогической деятельности выпускников.

Знания, полученные при изучении дисциплины, могут использоваться при выполнении диссертационных работ, в которых рассматриваются вопросы проведения исследований с привлечением современных средств создания опытных образцов изделий.

1.3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий

Таблица 3.1 – Распределение объема работ по видам занятий

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч			Самостоятельная работа, ч	Реферат, РГЗ, контр. работа, коллоквиум	Курсовой проект (работа)	Зачет (семестр)	Экзамен (семестр)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия					
Очная форма обучения										
1	1	2 (72)	12		-	60		-	1	-

Соотношение количества часов самостоятельной работы аспиранта к общему объему часов составляет:
60/72 (83%)

2. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание учебной дисциплины

Тема 1. Актуальность дисциплины. Классификация существующих способов быстрого прототипирования, краткая история их создания.

Тема 2. Создание моделей методом стереолитографии (SLA-технология).

Тема 3. Создание моделей методом селективного лазерного спекания (selective laser sintering или SLS-технология).

Тема 4. Технология MJM (Multi Jet Modeling) получения восковых синтез-моделей.

Тема 5. Создание моделей методом наплавления (fused deposition modeling или FDM-технология).

Тема 6. Создание изделий из металла методом селективного лазерного сплавления (SLM-технология).

Тема 7. Обзор способов прототипирования, не получивших широкого распространения, а также перспективных направлений развития отрасли.

Тема 8. Технология вакуумного литья по выплавляемым моделям.

2.2 Структура учебной дисциплины

Таблица 2.1 – Структура учебной дисциплины

Темы		Распределение учебного материала занятий, номера занятий (академические часы)			
Наименование тем	Объем в ЗЕ (часах)	лекции	лабораторные занятия	практические занятия	СРС
1	2	3	4	5	6
Тема 1	9 ч	Л1 2 ч			7 ч
Тема 2	9 ч	Л2 2 ч			7 ч
Тема 3	9 ч	Л3 2 ч			7 ч
Тема 4	9 ч	Л4 2ч			7 ч
Тема 5	9 ч	Л5 1 ч			8 ч
Тема 6	9 ч	Л6 1 ч			8 ч
Тема 7	9 ч	Л7 1 ч			8 ч
Тема 8	9 ч	Л8 1 ч			8 ч
Всего по дисциплине	2 ЗЕ (72 ч)	12 ч			60 ч

2.3 Распределение контактной работы

Распределение контактной работы по видам занятий приведено в таблицах 2.2.-2.4.

Таблица 2.2 – Лекции, их содержание и объем в часах

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы. Содержание лекции.	Дневная ФО	
			Объем	Курс
1	2	3	4	5
T1	Л1	Актуальность дисциплины. Классификация существующих способов быстрого прототипирования, краткая история их создания.	2	1
T2	Л2	Создание моделей методом стереолитографии (SLA-технология). Сущность метода. Оборудование и материалы. Точность и производительность метода. Преимущества и недостатки.	2	1

1	2	3	4	5
T3	Л3	Создание моделей методом селективного лазерного спекания (selective laser sintering или SLS-технология). Сущность метода. Оборудование и материалы. Точность и производительность метода. Преимущества и недостатки.	2	1
T4	Л4	Технология MJM (Multi Jet Modeling) получения восковых синтез-моделей. Сущность метода. Оборудование и материалы. Точность и производительность метода. Преимущества и недостатки.	2	1
T5	Л5	Создание моделей методом наплавления (fused deposition modeling или FDM-технология). Сущность метода. Оборудование и материалы. Точность и производительность метода. Преимущества и недостатки.	1	1
T6	Л6	Создание изделий из металла методом селективного лазерного сплавления (SLM-технология). Сущность метода. Оборудование и материалы. Точность и производительность метода. Преимущества и недостатки.	1	1
T7	Л7	Обзор способов прототипирования, не получивших широкого распространения, а также перспективных направлений развития отрасли	1	1
T8	Л8	Технология вакуумного литья по выплавляемым моделям. Основные этапы процесса: Создание прототипа. Проектирование литниковой системы. Изготовление пресс-формы. Восковка. Формовка опок. Выжигание воска. Плавка и разливка металла. Размывка опок. Устройство литейных установок.	1	1
		Общий лекционный объем дисциплины	12	

3. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Самостоятельная работа

Наименование работы, ее вид	Содержание / характеристика работы, планируемые результаты
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий)	Воспитание потребности в самообразовании

3.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Наименование работы, ее вид	Перечень учебно-методического обеспечения СРС
Подготовка к лекционным занятиям	Журнал «Аддитивные технологии», доступ по ссылке https://additiv-tech.ru/

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 4.1 – Матрица формирования компетенций

Занятие	ПК-1	ПК-8
1	4	5
Л1	3 (ПК-1) –III У (ПК-1) –III В (ПК-1) –III	3 (ПК-8) –III У (ПК-8) –III В (ПК-8) –III
Л2	3 (ПК-1) –III У (ПК-1) –III В (ПК-1) –III	3 (ПК-8) –III У (ПК-8) –III В (ПК-8) –III
Л3	3 (ПК-1) –III У (ПК-1) –III В (ПК-1) –III	3 (ПК-8) –III У (ПК-8) –III В (ПК-8) –III
Л4	3 (ПК-1) –III У (ПК-1) –III В (ПК-1) –III	3 (ПК-8) –III У (ПК-8) –III В (ПК-8) –III
Л5	3 (ПК-1) –III У (ПК-1) –III В (ПК-1) –III	3 (ПК-8) –III У (ПК-8) –III В (ПК-8) –III
Л6	3 (ПК-1) –III У (ПК-1) –III В (ПК-1) –III	3 (ПК-8) –III У (ПК-8) –III В (ПК-8) –III
Л7	3 (ПК-1) –III У (ПК-1) –III В (ПК-1) –III	3 (ПК-8) –III У (ПК-8) –III В (ПК-8) –III
Л8	3 (ПК-1) –III У (ПК-1) –III В (ПК-1) –III	3 (ПК-8) –III У (ПК-8) –III В (ПК-8) –III

Таблица 4.2 – Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ темы	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
T1		З (ПК-1) –III, У (ПК-1) –III, В (ПК-1) –III, З (ПК-8) –III, У (ПК-8) –III, В (ПК-8) –III	Входной контроль Текущий контроль
T2		З (ПК-1) –III, У (ПК-1) –III, В (ПК-1) –III, З (ПК-8) –III, У (ПК-8) –III, В (ПК-8) –III	Входной контроль Текущий контроль
T3		З (ПК-1) –III, У (ПК-1) –III, В (ПК-1) –III, З (ПК-8) –III, У (ПК-8) –III, В (ПК-8) –III	Входной контроль Текущий контроль Модульный контроль
T4		З (ПК-1) –III, У (ПК-1) –III, В (ПК-1) –III, З (ПК-8) –III, У (ПК-8) –III, В (ПК-8) –III	Входной контроль Текущий контроль
T5		З (ПК-1) –III, У (ПК-1) –III, В (ПК-1) –III, З (ПК-8) –III, У (ПК-8) –III, В (ПК-8) –III	Входной контроль Текущий контроль
T6		З (ПК-1) –III, У (ПК-1) –III, В (ПК-1) –III, З (ПК-8) –III, У (ПК-8) –III, В (ПК-8) –III	Входной контроль Текущий контроль
T7		З (ПК-1) –III, У (ПК-1) –III, В (ПК-1) –III, З (ПК-8) –III, У (ПК-8) –III, В (ПК-8) –III	Входной контроль Текущий контроль Модульный контроль
T8		З (ПК-1) –III, У (ПК-1) –III, В (ПК-1) –III, З (ПК-8) –III, У (ПК-8) –III, В (ПК-8) –III	Входной контроль Текущий контроль

Таблица 4.3 – Таблица соответствия результатов контроля знаний по разным шкалам и критерии оценивания

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка ECTS	Критерии оценивания	Уровень компетентности	Оценка по национальной шкале	
				для экзамена, КП (КР), практики	для зачета
90 – 100	A	Аспирант обнаруживает особые творческие способности, умеет самостоятельно добывать знания, без помощи преподавателя находит и обрабатывает необходимую информацию, умеет использовать приобретенные знания и умения для принятия решений в нестандартных ситуациях, убедительно аргументирует ответы, самостоятельно раскрывает собственные одаренность и склонность	Высокий (творческий)	отлично	зачтено
82-89	B	Аспирант свободно владеет изученным объемом материала, применяет его на практике, свободно решает упражнения и задачи в стандартных ситуациях, самостоятельно исправляет допущенные ошибки, количество которых незначительно	Достаточный	хорошо	
74-81	C	Аспирант владеет изученным объемом материала, применяет его на практике, решает упражнения и задачи в стандартных ситуациях, с помощью исправляет допущенные ошибки, количество которых незначительно			
64-73	D	Аспирант воспроизводит значительную часть теоретического материала, обнаруживает знание и понимание основных положений; с помощью преподавателя может анализировать учебный материал,	Средний	удовлетворительно	

		исправлять ошибки, среди которых есть значительное количество существенных			
60-63	Е	Аспирант воспроизводит часть теоретического материала, обнаруживает знание и понимание основных положений; с помощью преподавателя может анализировать учебный материал, способен признать допущенные ошибки, среди которых есть существенные			
35-59	FX	Аспирант владеет материалом на уровне отдельных фрагментов, которые составляют незначительную часть учебного материала	Низкий	не удовлетворительно	не зачтено
1-34	F	Аспирант не освоил материал. Рекомендуется повторное изучение материала			

В конце курса по данной дисциплине предусмотрена сдача зачёта

Вопросы к зачету:

- Актуальность дисциплины
- Классификация методов быстрого прототипирования
- Сущность SLA-технологии
- Сущность SLS-технологии
- Сущность MJM-технологии
- Сущность FDM-технологии
- Устройство установок для SLA-технологии
- Устройство установок для SLS-технологии
- Устройство установок для MJM-технологии
- Устройство установок для FDM-технологии
- Устройство установок для SLM-технологии
- Материалы, используемые при построении моделей по SLA-технологии
- Материалы, используемые при построении моделей по SLS-технологии
- Материалы, используемые при построении моделей по MJM-технологии
- Материалы, используемые при построении моделей по FDM-технологии
- Материалы, используемые при построении моделей по SLM-технологии
- Точность и производительность установок, работающих по SLA-технологии
- Точность и производительность установок, работающих по SLS-технологии
- Точность и производительность установок, работающих по MJM-технологии
- Точность и производительность установок, работающих по FDM-технологии
- Точность и производительность установок, работающих по SLM-технологии

- Преимущества и недостатки SLA-технологии
- Преимущества и недостатки SLS-технологии
- Преимущества и недостатки MJM-технологии
- Преимущества и недостатки FDM-технологии
- Преимущества и недостатки SLM-технологии
- Программные продукты для 3d моделирования изделий
- Основные форматы обмена данными
- Материалы, используемые при изготовлении пресс-форм для вакуумного литья по выплавляемым моделям.
- Устройство индукционной литейной машины
- Устройство воскового инжектора
- Этапы получения отливки по технологии литья по выплавляемым моделям
- Основные принципы проектирования литниковой системы для литья по выплавляемым моделям
- Перспективные направления развития технологий и установок для быстрого прототипирования
- Алгоритм действий при создании задачи на 3D-принтере и получении прототипа объекта
- Усадка материала

5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1 – Основная и дополнительная литература

№	Наименование учебника	Колич. экз. в библиотеке
Основная литература		
1	Журнал «Аддитивные технологии», ООО Промедиа	https://additiv-tech.ru/
Дополнительная литература		
2	Журнал Additive Manufacturing (на англ.)	https://www.sciencedirect.com/journal/additive-manufacturing
3	Additive Manufacturing: 3D Printing for Prototyping and Manufacturing, Carl Hanser Verlag, 2016, 600 p, ISBN 978-1-56990-582-1 (на англ.)	https://www.sciencedirect.com/book/9781569905821/additive-manufacturing#book-description
4	Additive Manufacturing of Titanium Alloys, Butterworth-Heinemann, 2016, 94 p, ISBN 978-0-12-804782-8	https://www.sciencedirect.com/book/9780128047828/additive-manufacturing-of-titanium-alloys

6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1 – Описание информационных ресурсов необходимых для освоения дисциплины

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
1	Национальный цифровой ресурс Руконт: http://rucont.ru/gcollections	Представлена информация по широкому спектру технических дисциплин: труды, монографии, учебно-методические материалы для аспирантов; подборка, энциклопедий, справочников по разнообразным направлениям техники.
2	ЭБС znanium.com (www.znaniy.com - издательство ИНФРА-М):	
3	ЭБС book.ru (http://www.book.ru/ - Издательство КНОРУС): ЭБС издательства «Лань»	
4	ЭБС «ЮРАЙТ» (www.biblio-online.ru):	
5	Электронная библиотека Издательского дома «Гребенников» (grebennikov.ru).	
6	ЭБС «IPRBooks» http://www.iprbookshop.ru	

7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ

- Мультимедийный проектор