

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.»
Энгельсский технологический институт (филиал)

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.3.2 «Аддитивные технологии в машиностроении»

направления подготовки

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Профиль «Технология машиностроения»

форма обучения – очная
курс – 3
семестр – 6
зачетных единиц – 5
часов в неделю – 4
всего часов – 108
в том числе:
лекции – 32
коллоквиумы – нет
практические занятия – 32
лабораторные занятия – нет
самостоятельная работа – 116
зачет – нет
экзамен – 6 семестр
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ОТМ

«03» июня 2023 года, протокол № 12

И.о. зав. кафедрой  /Тихонов Д.А./

Рабочая программа утверждена на заседании УМКН

«23» июня 2023 года, протокол № 5

Председатель УМКС/УМКН  /Тихонов Д.А./

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является ознакомление с оборудованием машиностроительных производств, технико-экономическими показателями и критериями работоспособности производственной техники, основами правильной эксплуатации.

В процессе изучения дисциплины студенты должны приобрести знания по назначению различных групп вспомогательного и металлообрабатывающего оборудования, особенностях их конструкции, современных методах рациональной их эксплуатации.

Содержание дисциплины направлено на формирование комплекса знаний и навыков, необходимых для решения следующих задач профессиональной деятельности бакалавров:

- сбор и анализ информационных данных для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительной продукции, средств технологического оснащения, автоматизации и управления;
- разработка технической документации для регламентного обслуживания средств и систем машиностроительных производств;
- выбор оборудования и других средств технологического оснащения и автоматизации для реализации производственных и технологических процессов;
- участие в организации на машиностроительных производствах рабочих мест, их технического оснащения, размещения оборудования, средств автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний;
- участие в организации выбора технологий, средств технологического оснащения, автоматизации для реализации процессов проектирования, изготовления, технологического диагностирования и программных испытаний изделий машиностроительного производства

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Аддитивные технологии в машиностроении» относится к базовой части профессионального цикла дисциплин.

Дисциплина базируется на усвоении студентами фундаментальных положений дисциплин:

«Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования», «Технологические процессы в машиностроении» «Электротехника» «Электроника».

Материалы курса «Аддитивные технологии в машиностроении» обеспечивают успешное освоение материала следующих дисциплин:

«Основы технологии машиностроения», «Технология машиностроения», «Технологическая оснастка», «Автоматизация производственных процессов в машиностроении».

Материалы данного курса также необходимы для успешного выполнения программы производственной практики 8 семестра.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ИД-1 _{ОПК-6} Использует современные информационные технологии при решении задач.
	ИД-2 _{ОПК-6} Использует прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 _{ОПК-6} Использует современные информационные технологии при решении задач.	Знает основной функционал специализированных программных продуктов для проектирования операций с использованием аддитивных методов формообразования.
ИД-2 _{ОПК-6} Использует прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.	Умеет создавать законченные проекты операций по изготовлению изделий машиностроения с использованием аддитивных методов.

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ПК-1 Способность участвовать в разработке, осваивать на практике и внедрять оптимальные технологии и средства машиностроительных производств.	ИД-1 _{ПК-1} . Выполняет анализ технологичности конструкций деталей машиностроения средней сложности
	ИД-2 _{ПК-1} Обеспечивает качественную и количественную оценку технологичности конструкций деталей машиностроения средней сложности.
	ИД-3 _{ПК-1} . Разрабатывает предложения по изменению конструкций деталей машиностроения целью повышения их технологичности
	ИД-4 _{ПК-1} .Анализирует конструктивные особенности деталей машиностроения
	ИД-5 _{ПК-1} . Разрабатывает технические задания и проектирует заготовки деталей машиностроения.
	ИД-6 _{ПК-1} . Определяет тип производства деталей машиностроения
	ИД-7 _{ПК-1} . Выбирает технологические методы и способы изготовления заготовок деталей

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
	<p>машиностроения</p> <p>ИД-8 ПК-1. Выбирает схемы базирования и закрепления, устанавливает требуемые силы закрепления заготовок деталей машиностроения.</p> <p>ИД-9 ПК-1. Разрабатывает технологические маршруты и операции изготовления деталей машиностроения.</p> <p>ИД-10 ПК-1. Выполняет расчет точности обработки при проектировании операций изготовления деталей машиностроения.</p> <p>ИД-11 ПК-1 Выбирает схемы и средства контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения.</p> <p>ИД-12 ПК-1. Устанавливает значения припусков на обработку и значения промежуточных размеров, обеспечиваемых при обработке поверхностей деталей машиностроения.</p> <p>ИД-13 ПК-1. Устанавливает нормативы материальных затрат (нормы расхода сырья, полуфабрикатов, материалов, инструментов) на технологические операции изготовления деталей машиностроения.</p> <p>ИД-14 ПК-1 Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления деталей машиностроения.</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 ПК-1 . Выполняет анализ технологичности конструкций деталей машиностроения средней сложности	Умеет выполнять анализ технологичности конструкций деталей машиностроения средней сложности изготавливаемых с применением аддитивных технологий
ИД-2 ПК-1 Обеспечивает качественную и количественную оценку технологичности конструкций деталей машиностроения средней сложности.	Знает систему количественных и качественных критериев технологичности продукции машиностроения. Владеет методикой определения количественных показателей технологичности.
ИД-3 ПК-1. Разрабатывает предложения по изменению конструкций деталей машиностроения целью повышения их технологичности	Умеет формулировать и документально представлять рекомендации по изменению конструкции изделий, направленные на повышение их технологичности. Умеет проводить согласование требований конструктивного и функционального качества продукции и показателей технологичности.

Код и наименование индикатора компетенции достижения	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-4 ПК-1. Анализирует конструктивные особенности деталей машиностроения	Умеет анализировать конструктивные особенности деталей машиностроения и их влияние на разные показатели функционирования производства.
ИД-5 ПК-1. Разрабатывает технические задания и проектирует заготовки деталей машиностроения.	Знает методы получения заготовок деталей машиностроения. Умеет выбирать оптимальную конструкцию заготовок для конкретной детали и производственных условий.
ИД-6 ПК-1. Определяет тип производства деталей машиностроения	Знает показатели, влияющие на тип производства. Умеет расчетным путем определить тип производства для конкретного изделия. Умеет формулировать рекомендации по выбору оборудования, оснастки и инструмента для различного типа производства.
ИД-7 ПК-1. Выбирает технологические методы и способы изготовления заготовок деталей машиностроения	Знает методы получения заготовок деталей машиностроения. Умеет выбирать оптимальную конструкцию заготовок для конкретной детали и производственных условий.
ИД-8 ПК-1. Выбирает схемы базирования и закрепления, устанавливает требуемые силы закрепления заготовок деталей машиностроения.	Знает основные понятия и определения теории базирования заготовок. Владеет методикой проведения расчетов погрешностей базирования и закрепления деталей при механической обработке.
ИД-9 ПК-1. Разрабатывает технологические маршруты и операции изготовления деталей машиностроения.	Знает принципы построения маршрутов изготовления типовых изделий машиностроения и основные подходы к организации операций технологического процесса. Умеет разрабатывать оптимальные маршруты с учетом комплекса критериев эффективности машиностроительного производства.
ИД-10 ПК-1. Выполняет расчет точности обработки при проектировании операций изготовления деталей машиностроения.	Знает возможности различных методов обработки с точки зрения уровня достигаемой при их использовании точности. Умеет формулировать рекомендации по применению комплексов технологических методов для достижения требований точности к изделию.
ИД-11 ПК-1. Выбирает схемы и средства контроля технических требований, предъявляемых к деталям машиностроения.	Знает номенклатуру применяемых для деталей машиностроения средств контроля различных параметров точности и качества. Умеет обоснованно использовать их для проверки разных показателей продукции.
ИД-12 ПК-1. Устанавливает значения припусков на обработку и значения промежуточных размеров, обеспечиваемых при обработке	Знает методику расчета припусков на обработку и значения промежуточных размеров, обеспечиваемых при обработке поверхностей деталей машиностроения.

Код и наименование индикатора компетенции достижения	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
поверхностей деталей машиностроения.	
ИД-13 ПК-1. Устанавливает нормативы материальных затрат (нормы расхода сырья, полуфабрикатов, материалов, инструментов) на технологические операции изготовления деталей машиностроения.	Владеет методами установления нормативов материальных затрат (нормы расхода сырья, полуфабрикатов, материалов, инструментов) на технологические операции изготовления деталей машиностроения.
ИД-14 ПК-1 Оформляет технологическую документацию на технологические процессы изготовления деталей машиностроения.	Умеет оформлять технологическую документацию на технологические процессы изготовления деталей машиностроения.

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ПК-4 Способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического анализа и разработке проектов изделий машиностроения, с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники.	ИД-1 ПК-4. Разрабатывает технические задания на проектирование специальной технологической оснастки - режущего инструмента, приспособлений, контрольно- измерительной оснастки для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения с использованием современных информационных технологий и вычислительной техники.
	ИД-2 ПК-4. Разрабатывает проекты изделий машиностроения с учетом механических, технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров.
	ИД-3 ПК-4. Разрабатывает средства технологического оснащения машиностроительных производств.
	ИД-4 ПК-4.Использует современные информационные технологий при проектировании изделий, технологий машиностроительных производств.
	ИД-5 ПК-4.Использует аддитивные технологии при решении задач подготовки производства предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели (или САД-модели).

Код и наименование индикатора компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 ПК-4. Разрабатывает технические задания на проектирование специальной технологической оснастки - режущего инструмента, приспособлений, контрольно-измерительной оснастки для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения с использованием современных информационных технологий и вычислительной техники.	Умеет на основе применяемого метода обработки и оборудования разрабатывать технические задания на проектирование специальной технологической оснастки, инструмента, приспособлений применением современных САД систем моделирования и визуализации обработки электрофизических и электрохимических методов

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

3.1. Знать: область применения, общие принципы работы различного оборудования, технологические возможности комплексов, реализующих аддитивные технологические процессы, схемы построения средств контроля, диагностики и адаптивного управления технологическим оборудованием.

3.2. Уметь: анализировать конструктивные особенности оборудования для производства с использованием аддитивных технологий; определять технико-экономическую целесообразность использования конкретного типа оборудования для решения технологических задач.

3.3. Владеть навыками работы с технической документацией на оборудование, навыками составления руководств, инструкций и др. документов для организации рациональной эксплуатации оборудования.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Недели	№ Темы	Наименование темы	Часы					
			Всего	ЛК	КЛ	ЛР	ПЗ	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6 семестр								
	1	Аддитивные технологии. Классификация. Распределение по отраслям.	24	4				20
	2	Процессы и технологии аддитивного производства.	72	16			16	40
	3	Аддитивные технологии как инструмент для вспомогательных технологических переделов и подготовки производства.	44	8			16	20
	4	Прямое цифровое производство (изготовление конечных изделий с использованием аддитивных технологий).	40	4				36
ВСЕГО:			180	32			32	60

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	4	Аддитивные технологии. Классификация. Распределение по отраслям. <i>Общие термины. Преимущества и проблемы возникающие при использовании аддитивных технологий. Характеристика возможностей использования в различных отраслях (конструирование и дизайн, производство оснастки, создание беспилотных летательных аппаратов, автомобильная индустрия, аэрокосмические приложения)</i>	[1-3, 5]
2	16	Процессы и технологии аддитивного производства (АП). <i>Методы АП с участием жидкой фазы. Твердофазные методы АП. АП с материалами на порошковой основе. Обобщенная схема операции создания изделия с использованием функционала АП. Основы подходов к созданию изделий по методу обратного инжиниринга.</i>	[4, 6, 8]
3	8	Аддитивные технологии как инструмент для	[2, 4, 9, 10]

№ темы	Всего часов	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
		вспомогательных технологических переделов и подготовки производства. <i>Создание прототипов изделий для визуальной или эргономической оценки проекта. Использование прототипов для оценки технологичности при сборке и техническом обслуживании. Изготовление литейных форм и мастер-моделей для литейной оснастки. Изготовление электродов-инструментов для электроэрозионной и электрохимической размерной обработки.</i>	
4	4	Прямое цифровое производство (изготовление конечных изделий с использованием аддитивных технологий). <i>Примеры использования для изготовления деталей турбин, компрессоров, двигателей. Использование изделий изготовленных методами АП в конструкциях беспилотных летательных аппаратов. Прямое цифровое производство изделий легкой промышленности (одежда, обувь) и медицинских (протезы, импланты и т.п.). Изготовление деталей для ремонта и восстановления машин.</i>	[2 – 5, 18 -22]

32 часа

6. Содержание коллоквиумов

Проведение коллоквиумов учебным планом не предусмотрено

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
2	16	Процессы и технологии аддитивного производства. <i>Разработка комплекта моделей типового изделия машиностроения для оценки функциональности и технологичности.</i>	[16, 17]
3	16	Аддитивные технологии как инструмент для вспомогательных технологических переделов и подготовки производства. <i>Разработка комплектов моделей для изготовления элементов литейной формы (штампа объемной штамповки).</i>	[12, 13, 16]

32 часа

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно- методическое обеспечение
1	2	3	4
1	20	Аддитивные технологии. Классификация. Распределение по отраслям. <i>Зоны применимости аддитивных технологий в различных отраслях промышленности (машиностроение, авиастроение, ракетная техника, автомобильная промышленность).</i>	[1 – 10, 11 – 15]
2	40	Процессы и технологии аддитивного производства. <i>Гибридные аддитивные технологии. Организация серийного производства изделий на базе аддитивных технологий. Контроль качества изделий изготовленных аддитивными методами.</i>	[1 – 10, 11 – 15]
3	20	Аддитивные технологии как инструмент для вспомогательных технологических переделов и подготовки производства. <i>Использование макетов изделий для обучения специалистов отрасли на разных уровнях подготовки.</i>	[22 – 26]
4	36	Прямое цифровое производство (изготовление конечных изделий с использованием аддитивных технологий).	[27 – 34]

116 часов

Самостоятельная работа студентов является важнейшим компонентом образовательного процесса, формирующим личность студента, его мировоззрение и культуру безопасности, развивающим его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Целью самостоятельной работы является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Самостоятельная работа студентов в рамках данного курса предполагает углубленное изучение с использованием рекомендованных методических материалов отдельных разделов курса, самостоятельное знакомство со структурой и составом комплексов технологического оборудования **заготовительного, кузнечно-прессового, холодноштамповочного, сварочного, литейного** производств машиностроительных предприятий. Важной частью самостоятельной работы является формирование знаний о технологических возможностях и структуре современного парка оборудования, реализующего обработку с

использованием воздействия на материал концентрированными потоками энергии.

Контроль самостоятельной работы осуществляется как в течение семестра, так и при промежуточной аттестации. Текущий контроль проводится по результатам опросов студентов (во время практических занятий), а критерием качественной работы при этом является способность давать развернутые ответы, подкрепленные примерами, которые во время аудиторных занятий не рассматривались. Аналогичные критерии используются при промежуточной аттестации.

10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа учебным планом не предусмотрена

11. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Степень сформированности у студента компетенций, предусмотренных учебным планом, оценивается преподавателем на всех этапах учебного процесса как в результате наблюдения за его работой в аудиториях (лабораториях), так и по результатам выполнения индивидуальных заданий. Предусмотренная форма промежуточной аттестации – зачет, предполагает контроль достижения порогового уровня сформированности компетенций, предусмотренных учебным планом для данной дисциплины. Описание критериев и шкалы оценивания дано в следующих таблицах:

Уровни освоения компетенции

Индекс ОПК-6	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.
-----------------	--

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4
Пороговый (удовлетв.)	Частично знает: Физические основы электрофизических и электрохимических методов обработки. Общие закономерности и тенденции развития современных электрофизических и электрохимических методов обработки материалов, физические основы процессов протекающих при обработке заготовок электрофизическими и электрохимическими методами, основы построения технологических процессов. Технологические возможности различных методов обработки. Рекомендуемые области применения в соответствии со свойствами обрабатываемых материалов. Номенклатуру материалов и инструмент, применяемых для электрофизических и электрохимических методов обработки. Технологические особенности выполнения	Лекции, практические занятия	Практические работы выполнены с небольшими замечаниями, имелись затруднения при ответе на дополнительные вопросы; не менее 60% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; не вполне законченные выводы в ответе на вопросы на зачете

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4
	<p>основных процессов электрофизической и электрохимической обработки.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -провести анализ технологичности конструкции детали изготавливаемой электрофизическими и электрохимическими методами; -разрабатывать плоские и объемные цифровые модели. -выбирать метод обработки, на основании подбирать модель оборудования, определять технологические приемы и режимы обработки, осуществлять выбор инструментов и средств технологического оснащения; -выбирать схемы базирования и закрепления заготовок деталей изготавливаемых с использованием электрофизических и электрохимических методов обработки. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками расчета качественных и количественных показателей технологичности конструкций деталей; - навыками проведения анализа конструкции детали изготавливаемой методами с подведением дополнительных потоков энергии. -навыками расчета точности обработки при проектировании технологического процесса получения деталей. 		

Уровни освоения компетенции

Индекс ПК-1	Способность участвовать в разработке, осваивать на практике и внедрять оптимальные технологии и средства машиностроительных производств.
----------------	--

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4
Пороговый (удовлетв.)	<p>Частично знает: Физические основы электрофизических и электрохимических методов обработки. Общие закономерности и тенденции развития современных электрофизических и электрохимических методов обработки материалов, физические основы процессов протекающих при обработке заготовок электрофизическими и электрохимическими методами, основы построения технологических процессов. Технологические возможности различных методов обработки. Рекомендуемые области применения в соответствии со свойствами обрабатываемых материалов. Номенклатуру материалов и инструмент, применяемых для электрофизических и электрохимических методов обработки. Технологические особенности выполнения основных процессов электрофизической и электрохимической обработки.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -провести анализ технологичности конструкции детали изготавливаемой электрофизическими и электрохимическими методами; -разрабатывать плоские и объемные цифровые модели. -выбирать метод обработки, на основании подбирать модель оборудования, определять 	Лекции, практические занятия	Практические работы выполнены с небольшими замечаниями, имелись затруднения при ответе на дополнительные вопросы; не менее 60% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; не вполне законченные выводы в ответе на вопросы на зачете

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4
	<p>технологические приемы и режимы обработки, осуществлять выбор инструментов и средств технологического оснащения;</p> <p>-выбирать схемы базирования и закрепления заготовок деталей изготавливаемых с использованием электрофизических и электрохимических методов обработки.</p> <p>Владеет:</p> <p>-навыками расчета качественных и количественных показателей технологичности конструкций деталей;</p> <p>- навыками проведения анализа конструкции детали изготавливаемой методами с подведением дополнительных потоков энергии.</p> <p>-навыками расчета точности обработки при проектировании технологического процесса получения деталей.</p>		

Уровни освоения компетенции

Индекс ПК-4	Способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического анализа и разработке проектов изделий машиностроения, с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники.
-------------	--

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4
Пороговый (удовлетв.)	Частично знает: Физические основы электрофизических и электрохимических методов обработки. Общие закономерности и тенденции	Лекции, практические занятия	Практические работы выполнены с небольшими замечаниями, имелись затруднения

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4
	<p>развития современных электрофизических и электрохимических методов обработки материалов, физические основы процессов протекающих при обработке заготовок электрофизическими и электрохимическими методами, основы построения технологических процессов. Технологические возможности различных методов обработки. Рекомендуемые области применения в соответствии со свойствами обрабатываемых материалов. Номенклатуру материалов и инструмент, применяемых для электрофизических и электрохимических методов обработки. Технологические особенности выполнения основных процессов электрофизической и электрохимической обработки.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -провести анализ технологичности конструкции детали изготавливаемой электрофизическими и электрохимическими методами; -разрабатывать плоские и объемные цифровые модели. -выбирать метод обработки, на основании подбирать модель оборудования, определять технологические приемы и режимы обработки, осуществлять выбор инструментов и средств технологического оснащения; -выбирать схемы базирования и закрепления заготовок деталей изготавливаемых с использованием электрофизических и электрохимических методов 		<p>при ответе на дополнительные вопросы; не менее 60% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; не вполне законченные выводы в ответе на вопросы на зачете</p>

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
1	2	3	4
	<p>обработки.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками расчета качественных и количественных показателей технологичности конструкций деталей; - навыками проведения анализа конструкции детали изготавливаемой методами с подведением дополнительных потоков энергии. -навыками расчета точности обработки при проектировании технологического процесса получения деталей. 		

Для проведения текущего контроля выполнения практических работ используется проверка оформленных отчетов о работе в соответствии с рекомендациями для документов этого типа, а также вопросы для самопроверки, содержащиеся в методических указаниях к практическим работам.

Проверка выполнения заданий, предусмотренных планом самостоятельной работы студента, производится путем проведения студентами докладов в аудитории с привлечением иллюстрационного материала, в т.ч. и мультимедийного.

Перечень вопросов к экзамену

1. Аддитивные технологии. Преимущества и проблемы, возникающие при использовании аддитивных технологий.
2. Методы быстрого прототипирования на основе стереолитографии (материалы и аппаратура).
3. Альтернативные технологии SLP, LMS, PolyJet.
4. Процессы листового ламинирования (на основе адгезионного связывания и ультразвуковой консолидации).
5. Экструзионные технологии: MJM и FDM процессы.
6. Порошковые материалы для 3D-печати.
7. Варианты порошковых методик быстрого прототипирования (Bed Deposition, Direct Deposition).
8. Системы дозирования порошка при 3D печати.
9. Системы подачи энергии в зону спекания порошка (лазерное излучение или пучок электронов).

10. Процессы порошковой 3D-печати с использованием адгезионных связующих.
11. Основные этапы технологического процесса изготовления изделия при использовании аддитивных технологий.
12. Специализированные форматы представления данных о геометрии цифровой модели изделия (STL и OBJ).
13. Формат данных текста управляющей программы (G-Code) установки для изготовления изделия с помощью аддитивных технологий.
14. Особенности структуры моделей для изготовления различными методами аддитивного производства.
15. Технологичность конструкции деталей при использовании различных процессов изготовления аддитивными методами.
16. Практика использования деталей изготовленных аддитивными методами в качестве средства визуализации и оценки функциональности и эргономики.
17. Применение деталей изготовленных аддитивными методами непосредственно в составе конечного изделия (на одном из примеров).
18. Применение деталей, изготовленных аддитивными методами в качестве элементов технологической оснастки при подготовке производства (на примере одного из методов литья, штамповки и т.д.).

14. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Аддитивные технологии в машиностроении» используются различные образовательные технологии, в том числе:

– информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

– личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при экспресс-опросе, при выполнении домашних индивидуальных заданий, решении задач повышенной сложности, на еженедельных консультациях.

Практикумы, тренинги и обучающие игры являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности обучающегося. Преподаватель при проведении занятий этих форм выполняет не роль руководителя, а функцию консультанта, советника, тренера, который лишь направляет коллективную работу студентов на принятие правильного решения. Занятие осуществляется в диалоговом режиме, основными субъектами которого являются студенты.

При организации учебных занятий используются активные и интерактивные методы обучения: диалог, беседа, работа в команде. Предусмотрено чтение лекций с применением мультимедийных технологий. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов проводится с использованием библиотечных ресурсов института, ресурсов сети Интернет и локальных сетевых ресурсов института.

Увеличение производительности расчетов при выполнении заданий, предусмотренных планом практических работ, реализуется путем использования компьютерных программ типа процессоров электронных таблиц (напр. MS Excel) или средств автоматизации математических расчетов (напр. MathCAD).

В качестве интерактивной формы занятий в рамках данного курса применяется организация отчетов о самостоятельной работе в форме мини-конференций с выступлениями докладчиков, обсуждением с участием группы студентов.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

15.1. Основная литература:

1. Антонова, В. С. Новейшие достижения аддитивных технологий : учебное пособие / В. С. Антонова, И. И. Осовская. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 60 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102536.html> (дата обращения: 17.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Валетов, В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы) : учебное пособие / В. А. Валетов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 58 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/65766.html> (дата обращения: 17.10.2021).
3. Сухочев, Г. А. Технология машиностроения. Аддитивные технологии в подготовке производства наукоемких изделий : учебное пособие / Г. А. Сухочев, С. Н. Коденцев. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 132 с. — ISBN 978-5-7731-0872-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108200.html> (дата обращения: 17.10.2021).
4. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров, Р. С. Третьяков ; под редакцией А. Г. Григорьянца. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 278 с. — ISBN 978-5-7038-4976-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172807> (дата обращения: 17.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Трофимов, А. В. Компьютерные технологии в машиностроении. Аддитивные технологии : учебное пособие / А. В. Трофимов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2019. — 72 с. — ISBN 978-5-9239-1114-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/120060> (дата обращения: 17.10.2021).
6. Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с. — ISBN 978-5-7579-2360-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144008> (дата обращения: 17.10.2021).
7. Грибовский, А. А. Щеколдин Аддитивные технологии и быстрое производство в приборостроении : учебно-методическое пособие / А.

- А. Грибовский, И. А. . — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136509> (дата обращения: 17.10.2021).
8. Грибовский, А. А. Геометрическое моделирование в аддитивном производстве : учебное пособие / А. А. Грибовский. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91559> (дата обращения: 17.10.2021).
9. Грибовский, А. А. Технологии быстрого производства в приборостроении : учебное пособие / А. А. Грибовский, А. А. Грибовская. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91558> (дата обращения: 17.10.2021).
10. Любимый, Н. С. Исследование процессов получения комбинированных металл-металлополимерных формообразующих деталей пресс-форм заданного качества с применением аддитивных технологий : монография / Н. С. Любимый. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. — 141 с. — ISBN 978-5-361-00807-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177598> (дата обращения: 17.10.2021).

15.2. Дополнительная литература:

11. Антонова, В. С. Аддитивные технологии : учебное пособие / В. С. Антонова, И. И. Осовская. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 30 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102502.html> (дата обращения: 17.10.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102502>
12. Аддитивные технологии в дизайне и художественной обработке материалов : учебное пособие / Е. С. Гамов, В. А. Кукушкина, М. И. Чернышова, И. Т. Хечиашвили. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 72 с. — ISBN 978-5-88247-931-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92842.html> (дата обращения: 17.10.2021).
13. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-7765-1350-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS :

- [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102082.html> (дата обращения: 17.10.2021).
14. Каменев, С. В. Технологии аддитивного производства : учебное пособие / С. В. Каменев, К. С. Романенко. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 145 с. — ISBN 978-5-7410-1696-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71339.html> (дата обращения: 17.10.2021).
 15. Горунов, А. И. Основы аддитивного производства : учебно-методическое пособие / А. И. Горунов, А. Р. Гайсина, А. Х. Гильмутдинов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 16 с. — ISBN 978-5-7570-2361-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144009> (дата обращения: 17.10.2021).
 16. Грибовский, А. А. Геометрическое моделирование в аддитивном производстве : учебное пособие / А. А. Грибовский. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91559> (дата обращения: 17.10.2021).
 17. Аддитивные технологии : учебное пособие / М. В. Терехов, Л. Б. Филиппова, А. А. Мартыненко [и др.]. — Москва : ФЛИНТА, 2018. — 74 с. — ISBN 978-5-9765-4021-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113475> (дата обращения: 17.10.2021).
 18. Славутин, Л. В. Технология восстановления деталей машин с применением аддитивных технологий / Л. В. Славутин, А. Я. Башкарев // Неделя науки СПбПУ : Материалы научной конференции с международным участием. Лучшие доклады, Санкт-Петербург, 19–24 ноября 2018 года. — Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2018. — С. 118-122. — <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36753924>
 19. Николаев, А. А. Анализ и оценка рисков внедрения новой технологии (на примере аддитивной технологии) / А. А. Николаев // Инновационная экономика : Материалы Региональной научной конференции-школы для молодежи, Уфа, 18 октября 2018 года. — Уфа: ГОУ ВПО "Уфимский государственный авиационный технический университет", 2018. — С. 166-169. — <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36780087>
 20. Состояние и перспективы развития технологий быстрого прототипирования в промышленности (часть 2) / Л. А. Колесников, Г.

- П. Манжула, В. К. Шелег, А. М. Якимович // Наука и техника. – 2013. – № 6. – С. 8-16. - <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22512341>
21. Аддитивные технологии - динамично развивающееся производство / О. Н. Гончарова, Ю. М. Бережной, Е. Н. Бессарабов [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2016. – № 4(43). – С. 123. - <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28945424>
22. Винниченко, А. В. Замещающие технологии реверсивного инжиниринга в аддитивных технологиях / А. В. Винниченко // Научные исследования молодых учёных : сборник статей V Международной научно-практической конференции, Пенза, 27 июля 2020 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 54-58. - <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43179065>
23. Евсеев, Ф. Д. Разработка технологии изготовления литых деталей с применением аддитивных технологий / Ф. Д. Евсеев, А. И. Громаков, М. М. Михнев // Решетневские чтения : Материалы XXIII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. В 2-х частях, Красноярск, 11–15 ноября 2019 года / Под редакцией Ю.Ю. Логинова. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2019. – С. 474-475. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41664033>
24. Ключко, А. Д. Оптимизация литейного производства при помощи аддитивных технологий / А. Д. Ключко, Г. А. Гареева, Д. Р. Григорьева // Символ науки: международный научный журнал. – 2018. – № 6. – С. 27-29. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35089582>
25. Любимый, Н. С. Изготовление пресс-форм с использованием комбинированных аддитивно-субтрактивных технологий для литья малых серий изделий / Н. С. Любимый // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2017 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 2955-2962. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35108097>
26. Шалашов, К. С. Применение аддитивных технологий при проектировании сварочной оснастки / К. С. Шалашов, Л. П. Андреева // Будущее науки - 2018 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах, Курск, 25–26 апреля 2018 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 309-313. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34920954&>

27. Дудков, К. В. Применение аддитивных технологий при изготовлении аэродинамических моделей головных обтекателей ракет / К. В. Дудков // Перспективные подходы и технологии проектирования и производства деталей и изделий аэрокосмической техники : Сборник трудов Международной молодежной научно-технической конференции, Москва, 01–02 ноября 2017 года / Под общей редакцией А.Л. Галиновского. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Диона», 2017. – С. 65-68.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32530848>
28. Применение аддитивной технологии селективного лазерного сплавления в конструкции малоэмиссионной камеры сгорания газотурбинной установки / Ю. С. Елисеев, Д. Г. Федорченко, С. П. Голанов [и др.] // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2019. – Т. 18. – № 1. – С. 174-183. – DOI 10.18287/2541-7533-2019-18-1-174-183.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37346425>
29. Савицкий, В. В. Обзор аддитивных технологий для решения инженерных задач / В. В. Савицкий, А. Н. Голубев, Д. И. Быковский // Материалы докладов 51-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов в двух томах, Витебск, 25 апреля 2018 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2018. – С. 306-308.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36354209>
30. Рогалев, А. Н. Применение аддитивных лазерных технологий при проектировании охлаждаемых лопаток газовых турбин / А. Н. Рогалев, М. И. Шевченко // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2016. – № 3. – С. 34-39. – DOI 10.17588/2072-2672.2016.3.034-039.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=26178156>
31. Федорова, П. С. Перспективы применения аддитивных технологий в машиностроении (аналитический обзор) / П. С. Федорова // Аллея науки. – 2017. – Т. 1. – № 8. – С. 447-454.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=29143498>
32. Аддитивные технологии спекания металлических порошков для получения изделий авиационной промышленности / В. В. Васильцов, Э. Н. Егоров, И. Н. Ильичев [и др.] // Лазеры в науке, технике, медицине : Сборник научных трудов, Туапсе, пос. Небуг, 14–18 сентября 2016 года. – Туапсе, пос. Небуг: Московское НТО радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова, 2016. – С. 53-58.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=27708751>
33. Моршнева, А. В. Анализ зон применимости аддитивных технологий на машиностроительных предприятиях РФ / А. В. Моршнева // Наука и

бизнес: пути развития. – 2019. – № 12(102). – С. 110-114.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=42640881>

34. Предпосылки внедрения технологий аддитивного производства на предприятия машиностроительной отрасли в условиях проектно-ориентированного бизнеса / Е. Е. Кононова, А. А. Муравьев, Н. С. Маркова, О. А. Грачева // Перспективные технологии проектного менеджмента в региональной и отраслевой индустрии : Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Орел, 25–26 апреля 2019 года. – Орел: Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, 2019. – С. 228-232.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=41522482>

15.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

35. eLibrary.ru – электронная библиотечная система. – режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
36. IPRbooks – электронно-библиотечная система. – режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/> по паролю.
37. ЭБС «Консультант студента» - электронная библиотека технического вуза. – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru> , по паролю
38. Единое окно доступа к образовательным ресурсам – информационная система. – режим доступа: <http://window.edu.ru/>
39. Процессор электронных таблиц MS Excel (в составе пакета MS Office) или Calc (в составе пакета Open Office)
40. Математическая расчетная система MathCAD
41. Комплект тестовых заданий для программной оболочки АСТ.

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 8 столов, 16 стульев проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук Samsung (Intel i3/4Гб/500), подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 8 столов, 16 стульев проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук Samsung (Intel i3/4Гб/500), подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

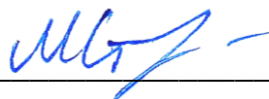
Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome

В свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе, находятся электронные версии учебных пособий.

Текущий контроль проводится с использованием тестов в адаптивной среде тестирования (АСТ) и Интернет-тестирования на сайте www.i-exam.ru

Промежуточная аттестация в сессию проводится с использованием АСТ-тестов.

Рабочую программу составил _____



Стекольников М.В.