

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Красильникова О.А.

ФИО декана

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Аддитивные технологии и реверс инжиниринг»

Специальность	<i>«24.05.07 Самолето-и верьллетостроение»</i>
Специализация	<i>«Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов»</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Авиастроение и компьютерное проектирование»</i>

Комсомольск-на-Амуре 2026

Разработчик рабочей программы:

Зав.кафедрой АСКП, к.т.н., доцент
(должность, степень, ученое звание)

Куриный В.В.
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей
кафедрой¹ АСКП
(наименование кафедры)

Куриный В.В.
(ФИО)

¹ Согласовывается, если РПД разработана не на выпускающей кафедре.

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Аддитивные технологии и реверс-инжиниринг» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 04.08.2020 № 877, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Самолетостроение» по специальности «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение».

Задачи дисциплины	Сформировать у студентов компетенций в области разработки, проектирования и изготовления изделий методами аддитивных технологий и реверс-инжиниринга
Основные разделы / темы дисциплины	Перспективы развития аддитивных технологий. Основные определения и термины аддитивных технологий. Виды аддитивных технологий. Устройство кинематики основных видов трёхмерных принтеров. Экструдеры. Программы подготовки и печати моделей Основные виды и свойства материалов для трехмерной печати Способы финишной обработки полученных моделей. Реинжиниринг. Общие вопросы. История появления. Отрасли импортозамещения. Что можно и нельзя спроектировать с помощью реинжиниринга. Основные инструменты реинжиниринга. 3D сканирование. Реинжиниринг простых изделий. Реинжиниринг сложных изделий, требующих для изготовления высокотехнологичного оборудования. Реинжиниринг биологических форм. Единая система конструкторской документации. Ознакомление со стандартами ЕСКД. Определение допуска. Класс точности. Понятие посадки детали. Типы посадок и их практическое применение. Изготовление и оформление чертежей

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Аддитивные технологии и реверс-инжиниринг» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-2 Способен разрабатывать технологические процессы изготовления летательных аппаратов, включающие процессы изготовления деталей, сборки, монтажа и испытаний систем оборудования	ПК-2.1 Знает функциональные и технологические свойства материалов и технологические процессы изготовления деталей, узлов и агрегатов авиационных конструкций. ПК-2.2 Умеет определять последовательность технологических операций, осуществлять выбор оборудования, приспособлений, инструментов, средств контроля. ПК-2.3 Владеет навыками проведения сравнительного анализа су-	Знать современные тенденции применения аддитивных технологий в самолетостроении и методы реверс-инжиниринга. Уметь применять аддитивные технологии в областях авиационной и ракетно-космической техники и методы реверс-инжиниринга. Владеть навыками применения аддитивных технологий в области авиационной и ракетно-космической техники и метода-

	существующих и перспективных технологий и материалов, необходимых для производства самолетов и/или обеспечения новых требований.	ми реверс-инжиниринга
--	--	-----------------------

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение» / *Оценочные материалы*).

Дисциплина ««Аdditивные технологии и реверс-инжиниринг»» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем выполнения практических занятий и лабораторных работ.

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина ««Аdditивные технологии и реверс-инжиниринг»» изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 64 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, самостоятельная работа обучающихся, 80 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
Раздел «Аdditивные технологии»					
Тема 1. Введение. Цели и задачи дисциплины. Ее связь с другими дисциплинами. Понятие аддитивных технологий. Предпосылки возникновения аддитивных технологий. Области применения аддитивных технологий (Видеолекция)«	0,5				4
Тема 2. Классификация аддитивных технологий.ASTM F2792 (США). Стереолитография (Stereolithography) Изготовление объектов пу-	0,5				4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
тем послойной наплавки (FusedDepositionModeling) Струйная печать (InkjetPrinting). Селективное лазерное спекание (SelectiveLaserSintering), Прямое лазерное спекание металлов (DirectMetalLaserSintering), Селективная лазерная плавка (SelectiveLaserMelting), Электронно-лучевая плавка (ElectronBeamMelting), Прямое нанесение металлов (DirectMetalDeposition) и Точнолазерноеформование (Laser Engineered Net Shaping)....»						
Тема 3. FDM- технология. Виды экструдеров. Директ и боуден подача филамента. Достоинства и недостатки. Заправка экструдеров (Лабораторная работа)	0,5		2			4
Тема 4. Кинематические решения 3D печати Кинематика 3Dпринтеров(Видеолекция) Изучение кинематики принтера Ручная калибровка стола 3D принтера (Лабораторная работа).	0,5		2			4
Тема 5. Платы управления. Драйвера	0,5					2
Тема 6. Шаговые двигатели Принципы работы шаговых двигателей	0,5					6
Тема 7. Платы и прошивка Платы управления	1					4
Тема 8. Слайсеры. Названия. Достоинства и недостатки. Сравнительный слайсинг моделей в основных слайсерах(Лабораторная работа)	1		8			6
Тема 9. Работа с программой RepiterHost Программа управления RepiterHost	1		2			4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Работа в программе RepiterHost(Лабораторная работа)						
Тема 10. Основные виды филаментов. Особенности, достоинства и недостатки.	1					6
Тема 11. Основные виды дефектов. Способы устранения дефектов Изучение дефектов 3D печати (Лабораторная работа)	1		2			2
Тема 12. Доводка изготовленных изделий Доработка поверхности изделий	0,5					4
Раздел «Основы реверс-инжиниринга»						4
Тема 1 Реинжиниринг. Общие вопросы. История появления. Отрасли импортозамещения. Что можно и нельзя спроектировать с помощью реинжиниринга	0,5					4
Тема 2 Основные инструменты реинжиниринга. 3D сканирование (Лабораторная работа)	0,5		4			4
Тема 3 Реинжиниринг простых изделий. Реинжиниринг сложных изделий, требующих для изготовления высокотехнологичного оборудования. (Технический эскиз. Лабораторная работа)	0,5		8			6
Тема 4 Реинжиниринг биологических форм.	0,5					4
Тема 5 Единая система конструкторской документации. Ознакомление со стандартами ЕСКД. Определение допуска. Класс точности. Понятие посадки детали. Типы посадок и их практическое применение.	0,5					4
Тема 6 Изготовление и оформление чертежей. (Лабораторная работа)	1		4			4
<i>Зачет с оценкой</i>	-	-	-	-	-	-
ИТОГО по дисциплине	12	0:	32			80

* реализуется в форме практической подготовки

5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / ««24.05.07 Самолето- и вертолетостроение» / *Рабочий учебный план* / *Реестр литературы*.

6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Методические указания по выполнению практических работ, контрольных работ и курсовых проектов размещены в личном кабинете обучающегося в разделе в разделе "Методические материалы".

6.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / ««24.05.07 Самолето- и вертолетостроение» / *Рабочий учебный план* / *Реестр ЭБС*.

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета

<https://knastu.ru/page/3244>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника. : <https://knastu.ru/page/539>

Название сайта	Электронный адрес
Электронно-библиотечная система (/).	https://znanium.com

Электронно-библиотечная система iprbooks	http://www.iprbookshop.ru/586)
Коллекция "Авиационная и ракетно-космическая техника"	http://www.bibliorossica.com
Электронно-библиотечная система "Лань"	https://e.lanbook.com/books
Сайт Топ-системы	https://www.tflex.ru .
Сайт 3dtoday.ru	https://3dtoday.ru
Сайт Printables	https://www.printables.com/
Сайт Thingiverse	https://www.thingiverse.com/
Сайт k3d	https://k3d.tech/

7 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

7.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

7.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

7.3 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

7.4 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

8.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
ауд. 429-3, ауд. 423-3,	Лаборатории АСКП	Персональных ЭВМ (intelCore i5, 8ГБ ОЗУ, 1ГБ Видео), лицензионное CAD/CAE-программное обеспечение

ауд 124-3		(Siemens NX, T-Flex, ANSYS); Мультимедийный проектор с интерактивным экраном
Ауд. 430-3 Ауд. 432-3	Лаборатории «Аддитивных технологий»	3D FDM принтер AnetA6 1 шт; 3D FDM принтер no-name 3 шт; 3D FDM принтер DEXP1 шт; 3D SLA принтер PhrozenShuffle 4K 1шт; 3D SLA принтер Anicubic MAX 1шт; 3D FDM принтер BambuLab X1 Carbon 5 шт; 3D FDM принтер Picasso PRO 1 шт; 3D FDM принтер Creabot Peek 300 1 шт; 3D FDM принтер Stereotech 1 шт.

При реализации дисциплины «Аддитивные технологии и реверс-инжиниринг» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартное или специализированное оборудование, обеспечивающее выполнение заданий	Назначение оборудования
28 Персональных ЭВМ (intelCore i5, 8ГБ ОЗУ, 1ГБ Видео),	Выполнение лабораторных и практических работ
3D FDM принтер AnetA6 1 шт; 3D FDM принтер no-name 3 шт; 3D FDM принтер DEXP1 шт; 3D SLA принтер PhrozenShuffle 4K 1шт; 3D SLA принтер Anicubic MAX 1шт; 3D FDM принтер BambuLab X1 Carbon 5 шт; 3D FDM принтер Picasso PRO 1 шт; 3D FDM принтер Creabot Peek 300 1 шт; 3D FDM принтер Stereotech 1 шт.	Выполнение лабораторных и практических работ

8.2 Технические и электронные средства обучения

Лабораторные и практические занятия.

Для лабораторных и практических занятий используется аудитория № 423-3,429-3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 8.1:

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд № 423-3,429-3 корпус № 3).

8.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав

программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение» / *Рабочий учебный план* / *Реестр ПО*.

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

8.5 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия (при наличии).

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия (при наличии).

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия (при наличии).

Для лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием, указанным в табл. п. 8.2.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- зал электронной информации НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы факультета.

9 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Ма-

материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.