

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Самолетостроения и эксплуатации авиационной техники  
(104)»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №9 от 18 мая 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА САМОЛЕТА (ВЕРТОЛЕТА)»**

Специальность: 24.05.07 Самолето-и вертолетостроение

Самолетостроение

Квалификация: Инженер

Форма обучения: очная

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Подрез Никодим  
Владимирович  
Дата подписания: 20.06.2026

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Подрез Никодим  
Владимирович  
Дата подписания: 20.06.2026

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Распопина Вера  
Борисовна  
Дата подписания: 20.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.



**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Технология производства самолета (вертолета)» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

<b>Код, наименование компетенции</b>	<b>Код индикатора компетенции</b>
ОПК-7 Способен критически и системно анализировать достижения авиационной отрасли и способы их применения в профессиональном контексте	ОПК-7.4, ОПК-7.6
ПК-5 Способность и готовность участвовать в разработке технологии изготовления деталей, узлов и агрегатов авиационной техники	ПК-5.3, ПК-5.5
ПК-7 Способность и готовность осуществлять технологическое сопровождение производства авиационной техники для обеспечения его эффективности, бесперебойности и соответствия установленным требованиям качества и безопасности	ПК-7.1, ПК-7.2

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

<b>Код индикатора</b>	<b>Содержание индикатора</b>	<b>Результат обучения</b>
ОПК-7.4	Анализирует технологии и технологические процессы производства деталей авиационной техники	<p><b>Знать</b> Классификацию деталей самолета по конструктивно-технологическим признакам (корпусные, плоские, типа «тела вращения», нервюры, шпангоуты, лонжероны, силовые панели, детали обшивки). Типовые и перспективные технологические процессы формообразования, разделительных операций. Физические основы, технологические возможности и ограничения оборудования с ЧПУ (многоосевые обрабатывающие центры) и специального оборудования (дробеструйное, обтяжное, гибочное). Принципы базирования и простановки размеров в зависимости от теоретического контура и эксплуатационных требований к деталям планера (аэродинамика, герметичность, прочность). <b>Уметь</b> Анализировать рабочий чертеж и технические условия (ТУ)</p>

		<p>на типовые детали планера самолета.</p> <p>Рассчитывать и назначать припуски, операционные допуски, режимы резания и усилия формообразования с учетом физико-механических свойств авиационных материалов (Ал/Мг/Ти-сплавы, ПКМ).</p> <p>Проектировать маршрутный и операционный технологический процесс, заполнять технологическую документацию (маршрутные и операционные карты по ЕСТД).</p> <p>Оценивать технологичность конструкции детали (количественная и качественная оценка) и предлагать конструктивные изменения без снижения эксплуатационных качеств узла.</p> <p><b>Владеть</b> Методикой сравнительного технико-экономического обоснования выбора заготовки (штамповка, поковка, плита).</p> <p>Навыками расчета технологических размерных цепей для обеспечения увязки деталей в сборочной оснастке.</p> <p>Инженерной логикой выбора схемы технологического процесса в зависимости от объема выпуска: от единичного (плазово-шаблонный метод) до крупносерийного (бесплазовая увязка на базе электронного макета).</p>
ОПК-7.6	Критически оценивает технологии и технологические процессы производства узлов и агрегатов авиационной техники	<p><b>Знать</b> Типовые схемы сборки планера (от подборок к агрегатной и общей сборке), методы увязки (плазово-шаблонный, эталонно-шаблонный, бесплазовый на базе электронного макета).</p> <p>Классификацию сборочных баз (по поверхности, по отверстиям, по рубильникам), правила выбора баз с учётом теоретического контура и аэродинамических требований.</p> <p>Виды неразъемных (клёпка, сварка, склеивание) и разъемных (болтовые, шпилечные) соединений, применяемых в авиастроении, их</p>

		<p>преимущества, ограничения и область рационального использования.</p> <p>Требования к герметизации отсеков (кессон-баков, пассажирской кабины), способы контроля герметичности.</p> <p>Состав и конструктивные особенности сборочной оснастки: сборочные стапели, рубильники, приспособления для разделки стыков, ложементы.</p> <p><b>Уметь</b> Анализировать сборочные чертежи и электронные модели узлов (нервюра с обшивкой, шпангоут с хвостовиком, стык отсеков) и выявлять технологические требования к сборке (зазоры, натяги, допуски на уступы).</p> <p>Обоснованно выбирать способ базирования и фиксации деталей в стапеле, исходя из требуемой точности внешнего обвода и увязки стыков.</p> <p>Критически сравнивать альтернативные технологические процессы (ручная пневматическая клёпка или автоматическая прессовая клёпка; отдельная сборка на верстаке или сборка в стапеле с панелированием).</p> <p><b>Владеть</b> Методикой сравнительного технико-экономического анализа вариантов сборочного процесса (стапельная сборка или сборка по лазерным координатам; применение ручного инструмента или промышленных роботов-клепальщиков).</p> <p>Навыками выявления критических дефектов сборки (уступы, зазоры, наклёп, подрез головки заклёпки) и оценки их влияния на усталостную прочность и аэродинамику.</p> <p>Инженерной логикой назначения последовательности клёпки и сборки для минимизации остаточных напряжений и коробления панелей.</p>
ПК-5.3	Способность использовать	<b>Знать</b> Назначение и

	<p>пакеты прикладных программ CAD CAM разработки технологических процессов изготовления деталей самолета</p>	<p>функциональные возможности CAD-систем верхнего уровня (Siemens NX, отечественные решения: T-FLEX CAD), используемых при технологической подготовке авиационного производства.</p> <p>Принципы создания ассоциативных связей между электронной моделью изделия (ЭМИ), моделью заготовки и технологической оснасткой в единой PLM-среде.</p> <p>Требования ЕСКД и ЕСТД к оформлению технологических эскизов в 3D, включая Product and Manufacturing Information (PMI) — 3D-аннотации размеров, допусков, баз, шероховатости и технических требований.</p> <p>Методику проектирования типовых элементов сборочной оснастки (рубильники, ложементы, фиксаторы, прижимы) на основе координатной увязки от теоретического контура агрегата.</p> <p>Стандартные библиотеки САД для авиационного крепежа (болты, заклепки, анкерные гайки) и профилей (стрингеры, пояса лонжеронов).</p> <p><b>Уметь</b> На основе конструкторской ЭМИ детали создавать технологическую электронную модель с назначенными припусками, напусками, технологическими базами и элементами крепления к оснастке.</p> <p>Разрабатывать параметрические операционные эскизы, наглядно отображающие схемы базирования, направления перемещений инструмента и операционные размеры для переходов механообработки.</p> <p>Проектировать простые сборочные приспособления (кондукторы, стапельные узлы) с проверкой собираемости и отсутствием коллизий, используя инструменты анализа зазоров и пересечений.</p> <p>Выполнять проверку</p>
--	--	---

		<p>технологичности конструкции детали средствами CAD (анализ уклонов, поднутрений, радиусов скругления, толщин стенок) и формировать предложения по её доработке.</p> <p>Оформлять комплект технологической документации с включением 3D-видов, разрезов и сечений непосредственно в операционные карты или в виде наглядного электронного руководства.</p> <p><b>Владеть</b> Навыками сквозного проектирования в CAD по маршруту «ЭМИ детали → модель заготовки → операционные модели → модель оснастки».</p> <p>Приемами создания параметрических рядов оснастки для семейств деталей (нервюр, шпангоутов, кронштейнов) с использованием таблиц параметров и выражений.</p> <p>Методикой виртуальной сборки узла планера для оценки собираемости и анализа размерных цепей с учетом допусков на входящие детали (вероятностный метод «максимум-минимум» или статистический анализ).</p> <p>Пониманием роли CAD-модели как первоисточника единой базы увязки для последующей разработки управляющих программ, контрольно-измерительных операций и технологической подготовки цеха.</p>
ПК-5.5	Способность использовать пакеты прикладных программ CAD CAM разработки технологических процессов сборки узлов и агрегатов	<p><b>Знать</b> Функциональные возможности CAD/CAM-пакетов авиационного профиля (Siemens NX, отечественные решения типа T-FLEX CAD/CAM) в области моделирования сборочных процессов и программирования автоматизированных сборочных установок.</p> <p>Методику проектирования в CAD типовых элементов сборочной оснастки: рубильников, ложементов, кондукторных плит,</p>

		<p>базирующих пальцев и прижимов — с учётом требований плазово-шаблонного или бесплазового методов увязки.</p> <p>Типовые стратегии позиционирования инструмента при автоматической клёпке: двухсторонний подход, контроль усилия клёпки, компенсация температурных деформаций, циклы разделки и зенкования отверстий. Состав и структуру управляющих программ для координатных сверлильно-сборочных машин с ЧПУ, форматы кадров, задание технологических циклов сверления, развертывания, нарезания резьбы и контроля глубины.</p> <p><b>Уметь</b> Создавать в САД модуле трехмерные модели сборочных ступеней, кондукторов и переналаживаемой оснастки на основе теоретического контура агрегата и конструкторского электронного макета (ЭМИ). Выполнять виртуальную сборку узла планера с анализом собираемости: проверка зазоров, натягов, совпадения стыковых отверстий, доступности инструмента и отсутствия коллизий между элементами оснастки и деталями.</p> <p>Оформлять технологическую документацию на сборочный процесс с включением 3D-аннотаций (PMI) по требованиям ЕСТД, формировать электронные наглядные инструкции для операторов.</p> <p><b>Владеть</b> Навыками сквозного цифрового проектирования сборочного процесса: от конструкторского ЭМИ узла к модели оснастки и управляющей программе для автоматизированной сборки.</p> <p>Умением оценивать качество спроектированного процесса на виртуальной модели: прогнозирование утяжки пакетов,</p>
--	--	---

		выявление зон возможной деформации при запрессовке болтов, контроль герметичности по результатам анализа напряжений.
ПК-7.1	Анализирует и применяет типовые технологические процессы изготовления деталей, узлов и агрегатов планера самолета	<p><b>Знать</b> Классификацию типовых технологических процессов в самолетостроении: по видам деталей (монолитные панели, нервюры, шпангоуты, лонжероны, стрингеры, обшивки, кронштейны), по видам сборки (панельная, агрегатная, общая) и по методам увязки (плазово-шаблонная, эталонно-шаблонная, бесплазовая на основе электронного макета). Состав и содержание этапов типового маршрута изготовления детали: раскрой, формообразование, термическая обработка (закалка, старение), механическая обработка (черновая, чистовая), отделка, контроль (в том числе ЛЮМ-А, рентген, ультразвук).</p> <p>Типовые сборочные процессы: последовательность установки деталей в стапель, методы базирования (по обшивке, по каркасу, по базовым отверстиям), виды соединений (клёпка, болтовые соединения, склеивание, сварка) и типовые режимы для авиационных материалов.</p> <p>Технико-экономические показатели типовых технологических процессов (трудоемкость, станкоемкость, коэффициент использования материала, цикл изготовления) и критерии их применимости в зависимости от серийности и номенклатуры.</p> <p><b>Уметь</b> По рабочему чертежу или электронной модели детали (узла) идентифицировать принадлежность к типовому классу и подобрать соответствующий типовой технологический процесс из отраслевых каталогов или баз знаний предприятия.</p> <p>Обоснованно корректировать типовой маршрут под конкретные условия: замена оборудования</p>

		<p>(универсальное → ЧПУ), изменение способа получения заготовки (плита → штамповка), использование современных инструментов (твердый сплав, керамика) и методов упрочнения.</p> <p>Оценивать соответствие типового процесса требованиям конструкторской документации по точности (допуски на размеры, уступы, зазоры), шероховатости поверхности и специальным требованиям (аэродинамический контур, герметичность, усталостная прочность).</p> <p><b>Владеть</b> Методикой сравнительного анализа альтернативных типовых процессов (например, сборка панели на стапеле с рубильниками или базирование по координатным отверстиям от электронного макета) и выбора оптимального варианта с использованием критериев точности, стоимости и времени цикла.</p> <p>Навыками разработки маршрутных и операционных карт типового технологического процесса для заданной номенклатуры деталей и узлов в соответствии с требованиями ЕСТД.</p> <p>Инженерной логикой адаптации типовых процессов под новые материалы и конструктивно-технологические решения (например, внедрение композиционных материалов в силовые элементы, переход на сварные конструкции вместо клепаных).</p> <p>Приемами оперативного выявления «узких мест» в типовом процессе и внесения предложений по его совершенствованию (снижение трудоемкости, повышение точности, уменьшение влияния человеческого фактора).</p>
ПК-7.2	Оценивает технологичность конструкций летательных аппаратов для обеспечения эффективности	<b>Знать</b> Терминологию и нормативную базу: определение технологичности, виды технологичности

	<p>производственных процессов</p>	<p>(производственная, эксплуатационная, ремонтная), отраслевые стандарты и методики оценки (ОСТ, ГОСТ 14.201, ГОСТ 14.205, внутренние стандарты предприятий типа ПИ, ТР). Систему показателей технологичности конструкции самолета: базовые (абсолютные) и относительные показатели — коэффициент использования материала (КИМ), трудоемкость изготовления и сборки, станкоемкость, себестоимость, удельная масса конструкции, коэффициент сборности (блочности), коэффициент применимости стандартных и унифицированных элементов. Качественные критерии технологичности для типовых деталей планера (монолитные панели, нервюры, шпангоуты, лонжероны, обшивки) и сборочных единиц (панели, отсеки, стыковые узлы): доступность инструмента, возможность сквозной механической обработки, рациональность базирования, членение на под сборки, удобство клепки/сварки, простота герметизации, контролепригодность.</p> <p>Влияние типа производства (единичное, мелкосерийное, серийное) на выбор критериев технологичности и граничные значения показателей.</p> <p>Возможности современных САД-систем для автоматизированного анализа технологичности: проверка уклонов, поднутрений, радиусов скругления, минимальной толщины стенок, обнаружение «теневых» зон, анализ собираемости и зазоров, предварительная оценка массы и объема заготовки.</p> <p><b>Уметь</b> По чертежу (электронной модели) детали или сборочной единицы проводить качественный</p>
--	-----------------------------------	--

		<p>анализ технологичности: выявлять нетехнологичные элементы (острые углы в карманах, глухие полости, переменные малки без необходимости, неоправданно жесткие допуски, труднодоступные места для клепки или сварки, отсутствие технологических базовых отверстий).</p> <p>Выполнять количественную оценку технологичности: рассчитывать КИМ для различных вариантов заготовки (плита, штамповка, поковка), определять коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости, сравнивать с базовыми показателями изделия-аналога.</p> <p>Формулировать конкретные предложения по повышению технологичности: изменение геометрии (радиусы, уступы), замена способа получения заготовки, расчленение или объединение деталей, введение технологических приливов/бобышек, замена материала на более технологичный без ущерба для прочности.</p> <p>Оценивать влияние предлагаемых изменений на массу, прочность, аэродинамику и ресурс конструкции во взаимодействии с конструкторским бюро.</p> <p>Оформлять заключение (акт) по результатам технологического контроля конструкторской документации в соответствии с требованиями предприятия.</p> <p><b>Владеть</b> Навыками работы с методиками количественной оценки технологичности, принятыми в авиастроении (в том числе с использованием электронных таблиц и специализированных модулей PLM-систем).</p> <p>Приемами аргументированной защиты предложений по изменению конструкции перед конструкторами (прочнистами, аэродинамиками, дизайнерами).</p>
--	--	---

		<p>Методикой сравнения технологичности альтернативных конструктивно-технологических решений (клепаная панель или монолитная фрезерованная; сборный шпангоут из нескольких деталей или цельный). Способностью выявлять резервы снижения трудоемкости и повышения производительности на ранних этапах проектирования, закладывая основы эффективного производственного процесса.</p>
--	--	--

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Технология производства самолета (вертолета)» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в профессиональную деятельность», «Инженерная графика в самолетостроении», «Материаловедение», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Технология обработки материалов»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Технология заготовительно-штамповочных работ», «Технология сборки», «Технологическая оснастка», «Проектирование сборочных приспособлений»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 8 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	288	180	108
Аудиторные занятия, в том числе:	96	48	48
лекции	32	16	16
лабораторные работы	64	32	32
практические/семинарские занятия	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	192	132	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет с оценкой, Зачет с оценкой, Курсовой проект	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой, Курсовой проект

## 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Характеристика самолета, как объекта производства. Этапы изготовления самолета.	2	4	3	8			2, 3, 5	82	Устный опрос
2	Процессы подготовки производства. Технологическая документация.									Устный опрос
3	Основы механизации и автоматизации технологических процессов.			4	8			6	10	Устный опрос
4	Изготовление деталей самолета. Общая характеристика процессов.	1, 4	8	2	8					Устный опрос
5	Технология заготовительных амповочного производства.	3	4	1	8			1, 4	40	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой
	Всего		16		32				132	

##### Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сборка отсеков и агрегатов металлической конструкции.			2	8					Устный опрос
2	Сборка узлов и панелей клепаной конструкции.			4	8					Устный опрос
3	Сборочные процессы в авиационном производстве. Методы сборки и сборочные базы.	3	4	1	8			2, 3	16	Устный опрос
4	Технологические процессы									Устный опрос

	окончательной сборки самолетов.									
5	Технологичность конструкций самолетов									Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой, Курсовой проект
	Всего		4		24				16	

## 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

### Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Характеристика самолета, как объекта производства. Этапы изготовления самолета.	Планер самолета состоит из большого числа деталей. Многие детали имеет большие габариты, малую жесткость, уязвимы для внешних воздействий. Узлам и агрегатам планера самолета в процессе сборки необходимо обеспечить высокую точность. Процесс производства самолетов состоит из ряда взаимосвязанных этапов: технологической подготовки производства, изготовления деталей, сборки узлов и агрегатов, окончательной сборки, монтажа и испытаний систем и оборудования
2	Процессы подготовки производства. Технологическая документация.	Точность, взаимозаменяемость, надежность, состав оборудования, многообразие технологической оснастки, трудоемкость, себестоимость, производительность труда - все это определяется вариантом технологического процесса. Отработка конструкции на технологичность базируется на сравнении двух или нескольких вариантов. Проектирование технологических процессом является самым массовым видом работ инженеров-технологов на предприятии. Исходными данными для разработки технологических процессов являются: чертежи изделий, директивные технологические материалы, Технические условия на изготовление изделия, объем производства и годовая программа выпуска, технический уровень предприятия.
3	Основы механизации и автоматизации технологических процессов.	Конструктивные и технологические предпосылки механизации и автоматизации. Автоматизация технологической подготовки производства. CAD, CAM, CAE системы. Оборудование с числовым программным управлением в заготовительно-штамповочном производстве и агрегатно-сборочном производстве.
4	Изготовление деталей самолета. Общая характеристика	Классификация деталей самолета по виду исходных заготовок и по технологическим процессам изготовления. Процессы изготовления

	процессов.	деталей литьем. Процессы изготовления деталей методами горячей объемной штамповки. Детали, получаемые сваркой из отдельных фрагментов. Процессы изготовления деталей из листовых и профильных полуфабрикатов. Процессы изготовления деталей из Резины и пластмасс. Процессы изготовления деталей из композиционных материалов.
5	Технология заготовительноштамповочного производства.	Классификация деталей, получаемых из листовых и профильных полуфабрикатов. Процессы изготовления деталей из "листа". разделительные операции: резка на кривошипных ножницах, обрезка припусков на дисковых и вибрационных ножницах, раскрой в штампах на прессовом оборудовании, раскрой на фрезерных раскройных станках, гидро-абразивный раскрой, лазерный раскрой. Формообразующие операции: гибка, вытяжка, формовка, обтяжка. Листогибочные валковые станки, универсальные гидравлические и кривошипные прессы, прессы поперечной и продольной обтяжки, специализированные прессы штамповки эластичной средой. Процессы изготовления деталей на листоштамповочных молотах.

#### Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Сборка отсеков и агрегатов металлической конструкции.	Сборка отсеков и агрегатов непанелированной конструкции. Сборка отсеков и агрегатов панелированной конструкции. Схема базирования при агрегатной сборке. Сборка с применением компенсации. Контроль обводов агрегатов.
2	Сборка узлов и панелей клепаной конструкции.	Технологический процесс клепки и типы заклепок. Образование отверстий и гнезд под головки потайных заклепок. Ударная и прессовая клепка, прямая и обратная клепка. Специальные виды заклепок. Герметизация заклепочных соединений и клепанных изделий. Надежность и способы контроля качества заклепочных соединений. Техника безопасности при выполнении заклепочных соединений.
3	Сборочные процессы в авиационном производстве. Методы сборки и сборочные базы.	Требования к деталям, поступающим на сборку. Методы сборки и сборочные базы. Сборка по базовой детали. Сборка по разметке. Сборка по сборочным отверстиям. Сборка по координатнофиксирующим отверстиям. Сборка в приспособлении. Размерные цепи. Точность и технико-экономические показатели различных методов базирования.
4	Технологические процессы	Стыковка отсеков и агрегатов. Установка отсеков и агрегатов в требуемое положение по реперным

	окончательной сборки самолетов.	точкам с помощью оптических средств. Базирование отсеков и агрегатов по ложементам стыковочного стенда. Особенности стыковки отсеков в стыковочном стенде по технологическим стыкам. Нивелировочные работы. Организация поточных линий окончательной сборки.
5	Технологичность конструкций самолетов	Общие технологические требования к конструкциям самолетов и вертолетов. Конструктивно-технологическое членение самолета на агрегаты, панели и узлы. Решение задач технологичности на различных стадиях проектирования. Количественная оценка технологичности конструкции. Взаимосвязь технологичности и эффективности изделий.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Технологический процесс изготовления детали из полуфабриката «Лист»	8
2	Технологический процесс изготовления детали из полуфабриката «Лист»	8
3	Технологический процесс изготовления детали из полуфабриката «Труба»	8
4	Технологический процесс изготовления детали из композиционных материалов	8

##### Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Базирование деталей в узле планера	8
2	Выполнение соединений в узле планера	8
3	Типовой технологический процесс сборки планера самолета с помощью VR технологии	8
4	Схема увязки размеров в сборке планера самолета	8

#### 4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих	30

	тестов	
2	Написание реферата	40
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
4	Подготовка к зачёту	10
5	Подготовка к сдаче и защите отчетов	32
6	Подготовка презентаций	10

## Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	44
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
3	Подготовка к зачёту	6

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: интерактивные лекции (слайд лекции с видеоматериалами, а также технология виртуальной реальности VR)

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

#### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Шмаков, А.К. Технология производства самолетов. Проект технологических процессов производства узла: учебное пособие по выполнению курсового проекта/ А.К. Шмаков, А.А. Чеславская. – Иркутск. Изд-во ИрГТУ, 2008. – 118 с.

#### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Говорков А. С. Технология производства самолета (вертолета) [Электронный ресурс] : учебное пособие для выполнения лабораторных работ для студентов всех форм обучения по специальности "Самолето- и вертолетостроение" / А. С. Говорков, 2015. - 168 с.

#### 5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Говорков А. С. Технология производства самолета (вертолета) : учебное пособие / А. С. Говорков, 2016. - 159 с

## 6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

### 6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

#### 6.1.1 семестр 6 | Устный опрос

##### Описание процедуры.

Устный опрос во время лекционного занятия

##### Критерии оценивания.

Устная проверка

### 6.1.2 семестр 7 | Устный опрос

#### Описание процедуры.

Устный опрос во время лекционного занятия

#### Критерии оценивания.

Устная проверка

### 6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК-7.4	<p>Отлично - Глубокое знание типовых и перспективных техпроцессов. Всесторонний критический анализ технологичности детали, выявление скрытых проблем. Оптимальный выбор заготовки и маршрута обработки с детальным технико-экономическим обоснованием, учётом типа производства. Ответ аргументирован, подкреплён расчётами.</p> <p>хорошо - Хорошее знание основных техпроцессов, оборудования и схем базирования. Корректный анализ технологичности и обоснованный выбор маршрута обработки. Возможны незначительные ошибки в назначении режимов или припусков, неполное экономическое обоснование.</p> <p>Удовлетворительно - Базовые знания типовых процессов. Формальный анализ конструкции, выбор заготовки и маршрута по шаблону, без учёта специфики материала и программы выпуска. Ошибки в назначении баз, слабая аргументация решений.</p> <p>Неудовлетворительно - Отсутствие базовых знаний. Грубые ошибки в составлении маршрута (нарушение логики, неработоспособный процесс). Неспособность проанализировать чертёж, назначить базы, обосновать</p>	Вопрос в итоговом тесте за семестр

	решения.	
ОПК-7.6	<p>Отлично - Всесторонняя критическая оценка альтернативных технологий сборки, выявление скрытых проблем собираемости и ресурса. Обоснованный выбор схемы увязки, методов соединений и оснастки с комплексным технико-экономическим обоснованием. Учёт влияния типа производства, требований герметичности и усталостной прочности. Ответ аргументирован, содержит количественные оценки и прогноз точностных параметров. Хорошо - Корректный сравнительный анализ нескольких сборочных процессов, правильный выбор методов базирования и соединений для заданных условий. Допускаются незначительные погрешности в расчётах усилий клёпки или увязки размерных цепей, неполный охват критериев ресурса или экономики.</p> <p>Удовлетворительно - Пороговый Воспроизведение типовых схем сборки и видов оснастки без критического сопоставления. Выбор технологии осуществляется по шаблону, без учёта специфики конструкции (зазоры, натяги, доступность). Слабая аргументация, ошибки в назначении баз и последовательности клёпки.</p> <p>Неудовлетворительно - Отсутствие базовых знаний о сборочных процессах и методах увязки. Грубые ошибки, делающие предложенный процесс сборки неработоспособным (нарушение собираемости, неверный выбор соединений, отсутствие контроля точности). Неспособность критически оценить заданную технологию.</p>	Вопрос в итоговом тесте за семестр
ПК-5.3	<p>Отлично - Самостоятельная разработка оптимальных стратегий обработки для сложной геометрии. УП полностью верифицирована, траектории оптимизированы по нагрузке на инструмент и времени цикла. Проведено сравнение</p>	Вопрос в итоговом тесте за семестр

	<p>альтернативных стратегий с инженерным обоснованием выбора. Документация оформлена строго по ЕСТД, постпроцессор настроен корректно. Студент предлагает улучшения конструкции по результатам симуляции. Хорошо -Корректный выбор стратегий черновой и чистовой обработки, корректная верификация с устранением зарезов и столкновений. УП работоспособна, но имеются незначительные недочёты в оптимизации холостых ходов или выборе инструмента. Постпроцессор применён верно, документация выполнена с минимальными замечаниями.</p> <p>Удовлетворительно - Созданы простые 2.5- или 3-осевые траектории по шаблону. Студент может сгенерировать УП, но допускает ошибки в назначении режимов резания под авиационные материалы, не выполняет полную верификацию или не видит коллизий. Операционная карта содержит пропуски. Решение требует доработки технологом-программистом.</p> <p>Неудовлетворительно - Неспособность создать УП даже для простой детали, грубые ошибки в задании системы координат, выборе инструмента, стратегии обработки, приводящие к неработоспособному коду. Отсутствие верификации и понимания связи между САД-моделью и УП.</p>	
ПК-5.5	<p>Отлично - Самостоятельная разработка параметризованной модели сборочной оснастки и оптимальной УП для автоматизированной сборки. Полная верификация с учётом кинематики оборудования и анализом размерных цепей. Обоснованное сравнение альтернативных схем базирования и соединений. Предложены адаптивные стратегии обработки с компенсацией отклонений. Документация и УП готовы к внедрению.</p>	<p>Вопрос в итоговом тесте за семестр</p>

	<p>Хорошо - Корректное проектирование оснастки и УП для заданного узла. Верификация выполнена, коллизии устранены. УП работоспособна, постпроцессор настроен верно. Допускаются небольшие недочёты в оптимизации холостых ходов или неполное экономическое обоснование. Документация оформлена в соответствии с ЕСТД. Удовлетворительно - Создана упрощённая модель оснастки по шаблону, базирование задано формально. УП содержит основные переходы, но без коррекции режимов под материалы пакета, верификация выполнена частично или выявляет неисправленные замечания. Решение требует доработки. Неудовлетворительно -</p> <p>Неспособность спроектировать даже простейший сборочный кондуктор или создать УП. Грубые ошибки в базировании, выборе инструмента, назначении технологических циклов. Отсутствие верификации или коллизии, делающие процесс нереализуемым.</p>	
ПК-7.1	<p>Отлично - Точная идентификация класса детали/узла и соответствующего типового процесса. Всесторонний анализ его применимости, выявление ограничений и обоснованная адаптация под конкретные производственные условия. Предложенные изменения подкреплены инженерными расчётами и технико-экономическим обоснованием. Студент демонстрирует способность сравнивать альтернативные типовые процессы и выбирать оптимальный с учётом точности, ресурса и себестоимости. Хорошо - Правильная идентификация типового процесса и корректная его адаптация. Допускаются незначительные неточности в расчётах режимов, припусков или экономических</p>	<p>Вопрос в итоговом тесте за семестр</p>

	<p>показателей, а также неполное рассмотрение влияния типа производства на выбор решений. Документация оформлена с минимальными замечаниями. Удовлетворительно - Типовой процесс определён верно, но его анализ поверхностный. Адаптация выполнена формально, часто шаблонно, без должного учёта свойств материала и условий производства. Ошибки в назначении баз, последовательности операций или режимов. Слабая аргументация решений.</p> <p>Неудовлетворительно -  Неспособность идентифицировать класс детали/узла и соответствующий типовой процесс. Грубые ошибки в маршруте обработки или сборки, делающие предложенный процесс неработоспособным. Отсутствие анализа и адаптации.</p>	
ПК-7.2	<p>Отлично - Комплексная количественная и качественная оценка технологичности с расчётом основных показателей (КИМ, трудоёмкость, коэффициент сборности и др.) и сравнением с базовыми значениями аналогов. Выявлены все существенные нетехнологичные решения, включая скрытые. Рекомендации конкретны, технически и экономически обоснованы, учитывают влияние на массу, прочность и тип производства. Заключение оформлено как технологический акт, готовый к согласованию с КБ.</p> <p>Хорошо - Правильно выполнена качественная оценка технологичности, выявлены основные нетехнологичные элементы. Количественные показатели рассчитаны с незначительными погрешностями. Рекомендации по улучшению обоснованы, но могут быть не полностью увязаны с экономической эффективностью или требовать незначительной доработки. Документация оформлена аккуратно. Удовлетворительно - Оценка выполнена поверхностно, выявлены</p>	Вопрос в итоговом тесте за семестр

	<p>лишь очевидные нарушения технологичности. Расчёты показателей содержат ошибки или выполнены не в полном объёме. Рекомендации носят общий характер, без инженерной конкретики и учёта серийности. Работа требует существенной доработки.</p> <p>Неудовлетворительно -</p> <p>Неспособность провести анализ технологичности, грубые ошибки в расчётах, отсутствие понимания влияния конструкции на эффективность производства. Рекомендации отсутствуют или абсурдны.</p>	
--	--	--

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в форме устного собеседования по всем пройденным материалам курса. Условием допуска к экзамену является выполнение и защита всех лабораторных работ.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Свободно владеет основными навыками разработки технологических процессов производства ЛА. Способен аргументированно использовать основные способы конструктивно-технологического анализа планера самолета, самостоятельно изучать и осваивать новые технологические	Владеет основными навыками разработки технологических процессов производства ЛА. Способен использовать традиционные способы конструктивно-технологического анализа планера самолета, самостоятельно изучать и осваивать новые технологические	Способен осуществлять разработку технологических процессов производства ЛА. Ориентируется в вопросах конструктивно-технологического анализа самолета (вертолета), самостоятельно изучать и осваивать новые технологические процессы и оборудование. Имеет	Не способен самостоятельно осуществлять разработку технологических процессов производства ЛА. Не может проводить самостоятельный конструктивно-технологический анализ самолета, самостоятельно изучать и осваивать новые технологические процессы и оборудование. Не имеет четкого

<p>процессы. Понимает сущность основных методов обеспечения качества продукции в условиях опытного и серийного производства. Способен находить наиболее эффективные решения задач</p>	<p>процессы и оборудование. Понимает сущность основных методов обеспечения качества продукции в условиях опытного и серийного производства.</p>	<p>представление об основных методах проведения контроля качества в условиях опытного и серийного производства. Затрудняется в оценке их эффективности</p>	<p>представления об основных методах обеспечения качества в условиях опытного и серийного производства.</p>
---	---	--	---

### 6.2.2.2 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Зачет проводится в форме устного собеседования по всем пройденным материалам курса. Условием допуска к экзамену является выполнение и защита всех лабораторных работ.

#### 6.2.2.2.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
<p>Свободно владеет основными навыками разработки технологических процессов производства ЛА. Способен аргументированно использовать основные способы конструктивно-технологического анализа планера самолета, самостоятельно изучать и осваивать новые технологические процессы. Понимает</p>	<p>Владеет основными навыками разработки технологических процессов производства ЛА. Способен использовать традиционные способы конструктивно-технологического анализа планера самолета, самостоятельно изучать и осваивать новые технологические процессы и оборудование.</p>	<p>Способен осуществлять разработку технологических процессов производства ЛА. Ориентируется в вопросах конструктивно-технологического анализа самолета (вертолета), самостоятельно изучать и осваивать новые технологические процессы и оборудование. Имеет представление об основных методах</p>	<p>Не способен самостоятельно осуществлять разработку технологических процессов производства ЛА. Не может проводить самостоятельный конструктивно-технологический анализ самолета, самостоятельно изучать и осваивать новые технологические процессы и оборудование. Не имеет четкого представления об основных методах</p>

сущность основных методов обеспечения качества продукции в условиях опытного и серийного производства. Способен находить наиболее эффективные решения задач	Понимает сущность основных методов обеспечения качества продукции в условиях опытного и серийного производства.	проведения контроля качества в условиях опытного и серийного производства. Затрудняется в оценке их эффективности	обеспечения качества в условиях опытного и серийного производства.
---	---	---	--

### 6.2.2.3 Семестр 7, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

#### 6.2.2.3.1 Описание процедуры

Текущий контроль в виде защиты курсового проекта проводится в период 17-ой недели 7-го семестра обучения. По результатам аттестации выставляются оценки: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Задание на курсовой проект студент получает в период прохождения технологической практики на предприятии.

Допуском к защите курсового проекта является наличие пояснительной записки к курсовому проекту, содержащей все разделы в соответствии с методическими указаниями к К.П. и оформленной согласно СТО ИрНИТУ.

При защите курсового проекта кратко дается характеристика собираемого узла, обосновываются основные решения, принятые во время работы над КП (описание узла, условия эксплуатации, обоснование выбора метода сборки, технологии изготовления характерной детали проекта сборочного приспособления). После защиты материалы проекта сдаются на кафедру.

#### 6.2.2.3.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
Пояснительная записка содержит все пункты курсового проекта, указанные в МУ. Успешно аргументировано выбран оптимальный вариант сборки узла и процесс изготовления	Пояснительная записка содержит все пункты курсового проекта, указанные в МУ. Выбран рациональный метод сборки узла и процесс изготовления детали. Пояснительная	Пояснительная записка содержит все пункты курсового проекта, указанные в МУ. Выбран приемлемый метод сборки узла и процесс изготовления детали. Пояснительная записка и чертежи	Пояснительная записка содержит грубые ошибки. Студент не понимает сути и специфику процессов изготовления деталей и методов сборки узлов самолета.

детали. Пояснительная записка и чертежи выполнены с неукоснительным соблюдением ГОСТ, и СТО ИрННТУ.	записка и чертежи выполнены с неукоснительным соблюдением ГОСТ, и СТО ИрННТУ	выполнены с неукоснительным соблюдением ГОСТ, и СТО ИрННТУ.	
--	--	---	--

## 7 Основная учебная литература

1. Егер, С.М. Основы авиационной техники: учебник для вузов / С.М. Егер. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 2018. - 576 с. - ISBN 978-5-217-06421-8.

[Сайт] – URL: нет

2. Житомирский, Г.И. Конструкция самолетов: учебник / Г.И. Житомирский. - 2-е изд., испр. - Москва: Машиностроение, 2016. - 472 с. - ISBN 978-5-94275-678-2.

[Сайт] – URL: нет

3. Михайлов, В.П. Технология сборки летательных аппаратов: учебник / В.П. Михайлов. - Москва: Машиностроение, 2020. - 320 с. - ISBN 978-5-217-06621-2.

[Сайт] – URL: нет

4. Технология самолетостроения : учебник для авиац. спец. вузов / Под ред. А. Л. Абибова, 1982. - 551.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Цифровые технологии в жизненном цикле российской конкурентоспособной авиационной техники: Монография / Под ред. М.А. Погосьяна. - М.: Изд-во МАИ, 2020. - 448с.: ил.

[Сайт] – URL: нет

## 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## 10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## 11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP\_prof\_64, XP\_prof\_32 - поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010 от ООО "Азон"
3. NanoCAD + NanoCAD СПДС 21
4. Компас 3D V23
5. Siemens NX 1899 Academic CAD+CAM (учебная)\_обновление 2019 \_50 р.м.

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Доска магнитная белая 120\*180см
2. Комп. ASUS P5QPL-AM/мон.LG"19/Intel Core 2Duo/DDRII DIMM 2Gb x2/500Gb/DVD-RW/MidiTower ATX/1024MbPCI-E/ИБП800/кл/мышь
3. Комп. ASUS P5QPL-AM/мон.LG"19/Intel Core 2Duo/DDRII DIMM 2Gb x2/500Gb/DVD-RW/MidiTower ATX/1024MbPCI-E/ИБП800/кл/мышь
4. Стол компьютерный
5. Стол компьютерный
6. Стол компьютерный
7. Стол компьютерный
8. Стол компьютерный
9. Стол компьютерный
10. Стол компьютерный
11. Стол компьютерный
12. Стол компьютерный
13. Стол компьютерный
14. Стол компьютерный
15. Стол компьютерный
16. Стол-интеграл
17. Принтер HP LJ CP1515N
18. жалюзи
19. Компьютер IC2D/IG/4Gb/320Gb/DVDRW/2PCI-E/LCD 19"/ИБП
20. Сканер Epson V300 Photo

21. Принтер HP LJ P1102w
22. Шкаф комбин-ый со стеклом (80\*40\*191)
23. Принтер HP LJ P1102w
24. Тумба для орг.техники
25. Комп. ASUS P5QPL-AM/мон.LG"19/Intel Core 2Duo/DDRII DIMM 2Gb x2/500Gb/DVD-RW/MidiTower ATX/1024MbPCI-E/ИБП800/кл/мышь
26. Проектор Epson EB-460i LCD
27. Комп. ASUS P5QPL-AM/мон.LG"19/Intel Core 2Duo/DDRII DIMM 2Gb x2/500Gb/DVD-RW/MidiTower ATX/1024MbPCI-E/ИБП800/кл/мышь
28. Комп. ASUS P5QPL-AM/мон.LG"19/Intel Core 2Duo/DDRII DIMM 2Gb x2/500Gb/DVD-RW/MidiTower ATX/1024MbPCI-E/ИБП800/кл/мышь
29. Стол компьютерный
30. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
31. Компьютер Socket 1155 Core i5-3570/4gb-2шт/блок пит./ASUS P8H77-V LE/видеокарта/кулер/мышь/кл/ИБП/адаптер беспроводной/монитор LG -2шт
32. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
33. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
34. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
35. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
36. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
37. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
38. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
39. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
40. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""
41. Компьютер "i5-4440(3.1)/4Gb/500Gb/VGA/23""