

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 09 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Процессы армирования и намотки  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Материаловедение и технологии материалов (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение знаний о закономерностях армирования и формирования изделий из волокнистых композиционных материалов; умений и навыков расчета и выбора параметров технологических процессов изготовления намоточных изделий, ознакомление с методами контроля качества и испытания изделий.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основ дифференциальной геометрии и механики гибкой нити применительно к описанию процессов армирования и намотки изделий из композиционных материалов; общих принципов расчета и выбора параметров технологических процессов изготовления изделий; методов контроля качества и испытаний изделий.
- формирование умения проводить расчеты основных параметров технологических процессов изготовления изделий из волокнистых композиционных материалов;
- формирование навыков расчета траектории намотки оболочечных конструкций сложной формы; работы с технологическим оборудованием по намотке.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- дифференциальная геометрия;
- механика гибкой нити;
- технология изготовления изделий из композиционных материалов;
- оборудование для намотки.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знает методы проведения экспериментов для изделий из полимерных композиционных материалов, знает особенности и предпочтения выбора композиционных материалов для определенных условий работы.	Знает методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследования	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умеет применить ГОСТ для оформления НИР, умеет применить методы анализа научно-технической информации и приемами для проведения экспериментов изделий из полимерных композиционных материалов, умеет подбирать композиционные материалы и их компоненты в зависимости от условий их эксплуатации.	Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы анализа научно-технической информации; применять методы проведения экспериментов	Расчетно-графическая работа
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеет навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения, владеет приемами расширения технологических возможностей при применении современных композиционных материалов.	Владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований; сбора обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний; проведения экспериментов в соответствии с установленными полномочиями; проведения наблюдений и измерений, составление их описаний и формулировка выводов	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает основные типы современных композиционных материалов, основные технологические параметры процесса намотки	Знает основные сведения о свойствах конструкционных материалов; основы технологии производства изделий из композиционных материалов; технические требования, предъявляемые к материалам для изготовления изделий из ПКМ; основные требования к	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			производственной среде при проектировании технологических процессов	
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	знает основы программных пакетов Mathcad, Mathematica, умеет применять программные пакеты для расчета траектории намотки композитных оболочек, владеет приемами обработки полученных данных с помощью программных пакетов.	Умеет пользоваться стандартным программным обеспечением для обработки данных, подготовки и оформления документации	Расчетно-графическая работа
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками определения основных условий эксплуатации изделий из композиционных материалов, приемами технологического расчета траектории намотки композитных оболочек	Владеет навыками разбиения производственной схемы агрегата на директивные технологические процессы для каждого этапа производства; определения перечня ключевых параметров технологического процесса; разработки схемы производственного процесса изделия и ПКМ; разработки директивных технологических процессов для каждого этапа производства; анализа соответствия технологического процесса требованиям, установленным в сертификационных нормах	Расчетно-графическая работа
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает структуру программных пакетов типа Mathcad, Mathematica, методы задания исходных параметров технологического процесса намотки, знает методы построения оболочки по заданным параметрам	Знает структуру справочно-информационных баз системы автоматизированного проектирования; материалов; методы задания свойств композиционных материалов и методы построения деталей и конструкций из композиционных материалов в системах	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			автоматизированного проектирования	
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет использовать справочно-информационные базы программных пакетов типа Mathcad, Mathematica, задавать исходные параметры технологического процесса намотки, умеет использовать методы построения оболочки по заданным параметрам	Умеет использовать справочно-информационные базы системы автоматизированного проектирования; при выборе моделей; задавать композиционные материалы с различными структурными параметрами с использованием систем автоматизированного проектирования; применять методы построения конструкций из композиционных материалов	Расчетно-графическая работа
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет приемами технологического расчета траектории намотки композитных оболочек с использованием программных пакетов	Владеет навыками построения твердотельных моделей конструкций и деталей; навыками расчета конструкций и деталей из композиционных материалов в системах автоматизированного проектирования	Расчетно-графическая работа

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	66	66	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	26	26	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	42	42	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
основы армирования и намотки композитных изделий	13	0	12	16
<p>Тема 1. История развития метода намотки. Область применения. Основные аспекты проектирования и создания намоточных изделий.</p> <p>Тема 2. Теория кривизны пространственных кривых. Аналитическое представление кривой линии. Длина дуги кривой. Касательные и нормали к пространственной кривой.</p> <p>Тема 3. Соприкасающаяся плоскость и соприкасающаяся окружность. Сопровождающий трехгранник. Кривизна и кручение. Формулы Френе. Натуральное уравнение кривой.</p> <p>Тема 4. Основные соотношения теории поверхностей. Криволинейные координаты на поверхности. Кривые на поверхности. Первая основная квадратичная форма. Вычисление длин, углов и площадей на поверхности.</p> <p>Тема 5. Вторая основная квадратичная форма. Кривизна кривой на поверхности. Теорема Менье. Главные кривизны. Символы Кристоффеля. Деривационные формулы Гаусса.</p> <p>Тема 6. Нормальная и геодезическая кривизна. Геодезические линии.</p> <p>Тема 7. Геодезические линии на поверхностях вращения. Полугеодезическая система координат. Теорема Клеро.</p>				
Общие принципы расчета и выбора параметров технологических процессов изготовления изделий	13	0	24	26
<p>Тема 8. Основные соотношения механики гибкой нити. Равновесие нити на шероховатой поверхности. Уравнения равновесия нити при намотке.</p> <p>Тема 9. Основные соотношения для расчета траекторий намотки оболочек вращения. Локсодромические траектории, геодезические линии, кривые постоянного отклонения.</p> <p>Тема 10. Основные соотношения для расчета намотки цилиндрических оболочек.</p> <p>Тема 11. Основные соотношения для расчета намотки конических оболочек.</p> <p>Тема 12. Основные соотношения для расчета сферических и эллиптических днищ и баллонов давления.</p> <p>Тема 13. Основные кинематические схемы намотки. Типы намоточных станков. Технологическая оснастка намоточных станков.</p> <p>Тема 14. Особенности технологического процесса намотки. Армирующие наполнители и связующие. Особенности пропитки при намотке изделий. Выбор и программирование натяжения.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Формование и отверждение намотанной конструкции. Тема 15. Расчет кинематических параметров многокоординатного станка при намотке оболочек. Тема 16. Герметизация намотанных оболочек. Методы намотки и герметичного крепления металлических закладных деталей в стеклопластиковых оболочках. Контроль качества и испытание намотанных изделий. Механическая обработка, сборка, склеивание элементов конструкций. Тема 17. Технологические напряжения в намоточных изделиях.				
ИТОГО по 7-му семестру	26	0	36	42
ИТОГО по дисциплине	26	0	36	42

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Вычисление основных параметров сопровождающего трехгранника для пространственных кривых
2	Вычисление длины дуги, кривизны и кручения пространственной кривой
3	Вычисление касательных, нормалей, углов, площадей на поверхностях
4	Вычисление коэффициентов первой и второй квадратичной формы, касательных и нормалей для поверхностей вращения
5	Построение геодезических линий на поверхностях вращения
6	Расчет траекторий намотки труб
7	Расчет траекторий намотки труб
8	Расчет траекторий намотки баллонов давления со сферическими днищами
9	Расчет траекторий намотки баллонов давления со сферическими днищами
10	Расчет траекторий намотки оболочек давления сложной формы
11	Расчет кинематических параметров намоточного станка при изготовлении труб
12	Расчет кинематических параметров станка при формовании конических оболочек
13	Расчет кинематических параметров станка при формовании баллонов давления
14	Расчет полей технологических напряжений при намотке

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению 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.

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1. Типы и свойства армирующих волокон и наполнителей, используемых для получения изделий методом намотки.

Тема 2 Типы и свойства полимерных связующих, используемых для получения изделий методом намотки. Основные требования, предъявляемые к полимерным связующим.

Тема 3. Основные параметры процесса отверждения намотанных конструкций.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Аношкин А. Н. Теория и технология намотки конструкций из полимерных композиционных материалов : учебное пособие / А. Н. Аношкин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2003.	33
2	Мищенко А. С. Курс дифференциальной геометрии и топологии : учебник / А. С. Мищенко, А. Т. Фоменко. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010.	27

<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	48
2	Ч.1. - Пермь: , Перм. кн. изд-во, 1974. - (Научные основы технологии композиционно-волоконистых материалов : в 2 ч.; Ч. 1).	11
3	Ч.2. - Пермь: , Перм. кн. изд-во, 1975. - (Научные основы технологии композиционно-волоконистых материалов : в 2 ч.; Ч. 2).	13
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Буланов И. М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов : учебник для вузов / И. М. Буланов, В. В. Воробей. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6407">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6407</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Композиционные материалы : справочник / В. В. Васильев [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2083">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2083</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Аношкин А. Н. Теория и технология намотки конструкций из полимерных композиционных материалов : учебное пособие / А. Н. Аношкин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2003.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2338">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2338</a>	локальная сеть; свободный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Springer Nature e-books	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> <a href="http://jwww.springerprotocols.com/">http://jwww.springerprotocols.com/</a> <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a> <a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a> <a href="http://npg.com/">http://npg.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных Wiley Journals	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Маркерная доска	1
Лекция	Парты	25
Практическое занятие	Компьютеры	12

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

в отдельном файле

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**  
Аэрокосмический факультет  
Кафедра «Механика композиционных материалов и конструкций»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**  
**«Процессы армирования и намотки»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление:** 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

**Профиль программы бакалавриата:** Конструирование и производство изделий  
из композиционных материалов

**Квалификация выпускника:** Бакалавр

**Выпускающая кафедра:** Механика композиционных материалов и  
конструкций

**Форма обучения:** очная

**Курс:** 4 **Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**  
Кредитов по рабочему учебному плану: 3 3Е  
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачет: 7 семестр

Пермь 2023 г.

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

**Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и итогового контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, расчетно-графических работы и сдаче дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Промежуточный
		КР	ПЗ	РГР	
	ТК	КР	ПЗ	РГР	Дифф. зачет
<b>Знает:</b>					
основные типы современных полимерных композиционных материалов;	+				+
особенности и предпочтения выбора композиционных материалов для определенных условий эксплуатации	+				+
основные технологические параметры процесса намотки–	+				+
особенности и предпочтения выбора основных параметров процесса намотки для определенных условий эксплуатации изделий из ПКМ	+				+
особенности технологического расчета траектории намотки композитных оболочек	+				+
<b>Умеет:</b>					
применять основные типы полимерных композиционных материалов для решения производственных задач			+	+	+
подбирать композиционные материалы и их компоненты в зависимости от условий эксплуатации изделий			+	+	+
оценивать технологические и экономические параметры производства изделий из композиционных материалов, а также их надежности и долговечности			+	+	+
определять основные технологические параметры процесса намотки		+	+	+	+
подбирать оптимальные углы намотки для получения изделий с учетом особенностей эксплуатации		+	+	+	+
проводить технологический расчет траектории намотки композитных оболочек			+	+	+

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Промежуточный
		ТК	КР	ПЗ	
<b>Владеет:</b>					
навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения;			+	+	+
приемами расширения технологических возможностей при применении современных органических и неорганических композиционных материалов			+	+	+
навыками определения основных параметров процесса намотки для определенных условий эксплуатации изделий из ПКМ;			+	+	+
приемами технологического расчета траектории намотки композитных оболочек			+	+	+

ТК – текущий контроль в форме контрольной работы (контроль знаний по теме);

КР – промежуточная контрольная работа по модулю (оценка умений);

ПЗ – выполнение практических работ (оценка умений и владений);

РГР – расчетно-графическая работа (оценка умений и владений).

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## 2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль усвоения материала в форме текущей контрольной работы проводится по каждому модулю. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

#### **Типовые вопросы текущего контроля по модулю 1.**

1. Аналитическое представление кривой линии. Длина дуги кривой. Касательные и нормали к пространственной кривой.
2. Соприкасающаяся плоскость и соприкасающаяся окружность. Сопровождающий трехгранник. Кривизна и кручение. Формулы Френе. Натуральное уравнение кривой.
3. Основные соотношения теории поверхностей. Криволинейные координаты на поверхности. Кривые на поверхности. Первая основная квадратичная форма. Вычисление длин, углов и площадей на поверхности.
4. Вторая основная квадратичная форма. Кривизна кривой на поверхности. Теорема Менье. Главные кривизны. Символы Кристоффеля. Девивационные формулы Гаусса.
5. Нормальная и геодезическая кривизна. Геодезические линии.
6. Геодезические линии на поверхностях вращения. Полугеодезическая система координат. Теорема Клеро.

#### **Типовые вопросы текущего контроля по модулю 2.**

1. Основные соотношения механики гибкой нити. Равновесие нити на шероховатой поверхности. Уравнения равновесия нити на поверхности оболочки.
2. Основные соотношения для расчета траекторий намотки оболочек вращения. Локсодромические траектории, геодезические линии, кривые постоянного отклонения.
3. Основные соотношения для расчета намотки цилиндрических оболочек.
4. Основные соотношения для расчета намотки конических оболочек.
5. Основные соотношения для расчета сферических и эллиптических днищ и баллонов давления.
6. Основные кинематические схемы намотки. Типы намоточных станков. Технологическая оснастка намоточных станков.
7. Особенности технологического процесса намотки. Армирующие наполнители и связующие. Особенности пропитки при намотке изделий. Выбор и программирование натяжения. Формование и отверждение намотанной конструкции.
8. Расчет кинематических параметров многокоординатного станка при намотке оболочек.
9. Герметизация намотанных оболочек. Методы намотки и герметичного крепления металлических закладных деталей в стеклопластиковых оболочках. Контроль качества и испытание намотанных изделий. Механическая обработка, сборка, склеивание элементов конструкций.
10. Технологические напряжения в намоточных изделиях.

*Полный комплект вопросов текущего контроля хранится на выпускающей кафедре*

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежной контрольной работы по каждому модулю, отчетов по практическим заданиям и индивидуальным работам.

#### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Рубежный контроль для оценивания освоенных умений частей компетенций (табл. 1.1) в форме контрольной работы проводится по каждому модулю. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при

проведении промежуточной аттестации. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены ниже.

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения компетенций после изучения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные умения в рамках усвоенного учебного материала.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

### Типовые задания для рубежной контрольной работы по модулю 1.

1. Задано уравнение, описывающее пространственную кривую.

$$\begin{cases} x = \cos t \\ y = \sin t \\ z = t \end{cases}$$

Составить уравнение касательной, уравнение нормальной плоскости, уравнение главной нормали в точке  $M(1,0,0)$ . Вычислить длину дуги кривой.

2. Задано уравнение, описывающее пространственную кривую.

$$\begin{cases} x = \cos t \\ y = \sin t \\ z = t \end{cases}$$

Составить уравнение соприкасающейся плоскости. Найти кривизну.

3. Вычислить площадь сферы радиуса  $R$

$$\begin{cases} x = R \cos u \cos v \\ y = R \sin u \cos v \\ z = R \sin v \end{cases}$$

$$D = \left\{ (u, v) \mid 0 \leq u \leq 2\pi, -\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2} \right\}$$

4. Вычислить среднюю кривизну кругового цилиндра

$$\begin{cases} x = a \cos v \\ y = u \sin v \\ z = u \end{cases}$$

5. Вычислить главные кривизны в т  $M(1,1,1)$

$$Z = xy$$

6. Вычислить коэффициенты второй квадратичной формы эллипсоида

$$\begin{cases} x = a \cos u \cos v \\ y = a \cos u \sin v \\ z = c \sin u \end{cases}$$

### Типовые задания для рубежной контрольной работы по модулю 2.

1. Определить уравнение геодезической линии и линии постоянного отклонения для цилиндрической оболочки.
2. Определить уравнение геодезической линии на сфере
3. Рассчитать траекторию витка для спирально-перекрестной намотки цилиндрической оболочки.

Длина трубы, мм	Внутренний радиус, мм	Угол намотки трубы, град
6000	50	45

4. Рассчитать траекторию намотки спирального слоя композитного балона давления со сферическими днищами

Длина цилиндрического участка, мм	Внутренний радиус, мм	Радиус полярного отверстия левого днища, мм	Радиус полярного отверстия правого днища, мм
500	250	15	25

5. Рассчитать траекторию намотки спирального слоя составной композитной оболочки

Радиусы характерных сечений, мм					Отношение полуосей днищ		Длина участков, мм	
R1p	R2	R3	R4	R5p	C1	C2	L1	L2
100	500	1000	1000	100	1	0.5	2000	1500

Полный комплект типовых заданий для рубежной контрольной работы хранится на выпускающей кафедре

#### 2.2.2. Практические задания

Рубежный контроль для оценивания освоенных умений и приобретенных владений в форме практических заданий по каждому модулю. Всего запланировано 14 практических заданий. Типовые практические задания приведены в РПД. По результатам выполнения практических заданий оформляется отчет. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки выполнения практических заданий

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений и приобретенных владений
5	Максимальный уровень	Практическое задание выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Практическое задание выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной

		<i>работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в лабораторной работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все практические задания и не может объяснить полученные результаты.</i>

Результаты выполнения практических заданий по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.2.3. Расчетно-графические работы

Рубежный контроль для оценивания освоенных умений и приобретенных владений в форме расчетно-графической работы. Темы расчетно-графических работ приведены в РПД. Оформляется в соответствии с требованиями документации. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Критерии и шкала оценивания результатов выполнения расчетно-графической работы

<b>Балл</b>	<b>Уровень приобретения</b>	<b>Критерии оценивания уровня освоенных умений и приобретенных владений</b>
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил расчетно-графическую работу. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил расчетно-графическую работу с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил расчетно-графическую работу с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении индивидуального задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. Качество оформления отчета к работе не соответствует требованиям</i>

Результаты выполнения расчетно-графических работ по 4-балльной шкале оценивания умений и владений заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 2.3. Промежуточная аттестация

### 2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в приложении 1.

#### 2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

##### Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Аналитическое представление кривой линии. Длина дуги кривой. Касательные и нормали к пространственной кривой.
2. Соприкасающаяся плоскость и соприкасающаяся окружность. Сопровождающий трехгранник. Кривизна и кручение. Формулы Френе. Натуральное уравнение кривой.
3. Основные соотношения теории поверхностей. Криволинейные координаты на поверхности. Кривые на поверхности. Первая основная квадратичная форма. Вычисление длин, углов и площадей на поверхности.
4. Вторая основная квадратичная форма. Кривизна кривой на поверхности. Теорема Менье. Главные кривизны. Символы Кристоффеля. Девивационные формулы Гаусса.
5. Нормальная и геодезическая кривизна. Геодезические линии.
6. Геодезические линии на поверхностях вращения. Полугеодезическая система координат. Теорема Клеро.
7. Основные соотношения механики гибкой нити. Равновесие нити на шероховатой поверхности. Уравнения равновесия нити на поверхности оболочки.
8. Основные соотношения для расчета траекторий намотки оболочек вращения. Локсодромические траектории, геодезические линии, кривые постоянного отклонения.
9. Основные соотношения для расчета намотки цилиндрических оболочек.
10. Основные соотношения для расчета намотки конических оболочек.
11. Основные соотношения для расчета сферических и эллиптических днищ и баллонов давления.
12. Основные кинематические схемы намотки. Типы намоточных станков. Технологическая оснастка намоточных станков.
13. Особенности технологического процесса намотки. Армирующие наполнители и связующие. Особенности пропитки при намотке изделий. Выбор и программирование натяжения. Формование и отверждение намотанной конструкции.
14. Расчет кинематических параметров многокоординатного станка при намотке оболочек.
15. Герметизация намотанных оболочек. Методы намотки и герметичного крепления металлических закладных деталей в стеклопластиковых оболочках. Контроль качества и испытание намотанных изделий. Механическая обработка, сборка, склеивание элементов конструкций.
16. Технологические напряжения в намоточных изделиях.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Задано уравнение, описывающее пространственную кривую.

$$\begin{cases} x = \cos t \\ y = \sin t \\ z = t \end{cases}$$

2. Составить уравнение касательной, уравнение нормальной плоскости, уравнение главной нормали в точке М (1,0,0). Вычислить длину дуги кривой.

3. Задано уравнение, описывающее пространственную кривую.

$$\begin{cases} x = \cos t \\ y = \sin t \\ z = t \end{cases}$$

Составить уравнение соприкасающейся плоскости. Найти кривизну.

4. Вычислить площадь сферы радиуса R

$$\begin{cases} x = R \cos u \cos v \\ y = R \sin u \cos v \\ z = R \sin v \end{cases}$$

$$D = \left\{ (u, v) \mid 0 \leq u \leq 2\pi, -\frac{\pi}{2} \leq v \leq \frac{\pi}{2} \right\}$$

5. Вычислить среднюю кривизну кругового цилиндра

$$\begin{cases} x = a \cos v \\ y = u \sin v \\ z = u \end{cases}$$

6. Вычислить главные кривизны в т М(1,1,1)

$$Z=xy$$

7. Вычислить коэффициенты второй квадратичной формы эллипсоида

$$\begin{cases} x = a \cos u \cos v \\ y = a \cos u \sin v \\ z = c \sin u \end{cases}$$

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Определить уравнение геодезической линии и линии постоянного отклонения для цилиндрической оболочки.

2. Определить уравнение геодезической линии на сфере

3. Рассчитать траекторию витка для спирально-перекрестной намотки цилиндрической оболочки.

Длина трубы, мм	Внутренний радиус, мм	Угол намотки трубы, град
6000	50	45

4. Рассчитать траекторию намотки спирального слоя композитного балона давления со сферическими днищами

Длина цилиндрического участка, мм	Внутренний радиус, мм	Радиус полярного отверстия левого днища, мм	Радиус полярного отверстия правого днища, мм

500	250	15	25
-----	-----	----	----

5. Рассчитать траекторию намотки спирального слоя составной композитной оболочки

Радиусы характерных сечений, мм					Отношение полуосей днищ		Длина участков, мм	
R1p	R2	R3	R4	R5p	C1	C2	L1	L2
100	500	1000	1000	100	1	0.5	2000	1500

Полный комплект вопросов и заданий для дифференцированного зачета в форме утвержденных билетов хранится на выпускающей кафедре.

**2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

Шкала и критерии оценки результатов обучения при зачете для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.3, 2.4 и 2.5.

Таблица 2.3. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
		<i>удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание билета. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

### 3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

#### 3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при дифференцированном зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

#### 3.2. Оценочный лист

Оценочный лист промежуточной аттестации в виде зачета является инструментом для оценивания преподавателем уровня освоения компонентов контролируемых компетенций путём агрегирования оценок, полученных студентом за ответы на вопросы билета, и результатов *текущей успеваемости* студента. Заполняя все позиции оценочного листа, преподаватель выставляет частные оценки по результатам текущей успеваемости студента, а также по ответам на вопросы и задания билета.

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.
2. Три оценки за ответы на вопросы и задания билета по 4-х балльной шкале оценивания.
3. Средняя оценка уровня сформированности компетенций.
4. Итоговая оценка уровня сформированности компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговая оценка уровня сформированности заявленных компетенций. Форма оценочного листа с примерами получения итоговой оценки уровня сформированности компетенций приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Оценочный лист уровня сформированности компетенций

Интегральный результат текущего и рубежного контроля (по результатам текущей успеваемости)	Оценка за зачет			Средняя оценка уровня сформированности компетенций	Итоговая оценка уровня сформированности компетенций
	знания	умения	владения		
5*	5	4	5	4.75	<i>отлично</i>
4	3	3	3	3.25	<i>удовлетворительно</i>
3	5	4	3	3.75	<i>хорошо</i>
3	3	3	2	2.75	<i>неудовлетворительно</i>
3	3	4	2	3.0	<i>неудовлетворительно</i>

\*) - пример заполнения оценочного листа

**Критерии выведения итоговой оценки промежуточной аттестации:**

«Отлично» – средняя оценка  $> 4,5$ .

«Хорошо» – средняя оценка  $> 3,7$  и  $\leq 4,5$ .

«Удовлетворительно» – средняя оценка  $\geq 3,0$  и  $\leq 3,7$  при отсутствии хотя бы одной неудовлетворительной оценки за компоненты компетенций.

«Неудовлетворительно» – средняя оценка  $< 3,0$  или присутствует хотя бы одна неудовлетворительная оценка за компоненты компетенций.

Форма билета для зачета

Министерство науки и высшего образования РФ  
 ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)

Кафедра  
 «Механики композиционных материалов и конструкций»

Дисциплина  
 «Процессы армирования и намотки»

БИЛЕТ № 1

1. Основные соотношения теории поверхностей. Криволинейные координаты на поверхности. Кривые на поверхности. Первая основная квадратичная форма. Вычисление длин, углов и площадей на поверхности.

2. Вычислить среднюю кривизну кругового цилиндра

$$\begin{cases} x = a \cos v \\ y = u \sin v \\ z = u \end{cases}$$

3. Рассчитать траекторию намотки спирального слоя составной композитной оболочки. Известно:

Радиусы характерных сечений, мм					Отношение полуосей днищ		Длина участков, мм	
R1p	R2	R3	R4	R5p	C1	C2	L1	L2
100	500	1000	1000	100	1	0.5	2000	1500

Составитель

\_\_\_\_\_ (подпись)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.