

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 18 » декабря 20 20 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Информатика в приложении к отрасли  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Фотоника и оптоинформатика (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

- 1) Познакомить студентов с математической формулировкой некоторых задач специальности Фотоника и оптоинформатика, методами их решения и представления результатов.
- 2) Научить студентов умение работать с современными языками и системами программирования.
- 3) Развить у студентов навыки описания технического объекта или процесса математическими соотношениями, записи математических соотношений в виде эффективного вычислительного алгоритма и представления полученных результатов.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- 1) Язык программирования Python и его специализированные библиотеки.
- 2) Статистическая обработка массивов больших данных.
- 3) Важные уравнения фотоники: элементы электродинамики сплошной среды, теплопроводности и теории упругости.
- 4) Вычислительные методы: численное интегрирование и дифференцирование, решение систем линейных уравнений, метод конечных разностей.
- 5) Обработка сигнала. Преобразования Фурье.

### 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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	Знает 1) основы языка Python: интерпретаторы и компиляторы Python, структуру программ и основные синтаксические конструкции, подключаемые библиотеки; 2) важные уравнения фотоники: элементы электродинамики сплошной среды, теплопроводности и теории упругости; 3) вычислительные методы: численное интегрирование и дифференцирование, решение систем линейных уравнений, метод конечных разностей; 4) методы обработки сигнала, преобразования Фурье	Знает современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	Дискуссия
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	Умеет 1) численно дифференцировать и интегрировать; 2) решать системы линейных уравнений; 3) для простых случаев решать уравнения теплопроводности, находить распределения электромагнитного поля, решать уравнения теории упругости; 4) записывать вычислительный алгоритм на языке Python; 5) строить графики средствами Python.	Умеет использовать современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	Отчёт по практическому занятию
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	Владеет способностью 1) записывать сформулированную техническую задачу в виде математических соотношений; 2) выбирать вычислительный метод решения математической задачи; 3) реализовывать	Владеет способностью использовать современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		вычислительный метод алгоритмом на языке Python; 4) представлять результаты расчёта в удобном виде.		

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
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	СРС
4-й семестр				
Введение. Python для фотоники	4	0	5	15
Введение. Задачи информатики в фотонике. Основные элементы синтаксиса Python: интерпретаторы и компиляторы языка, структура программы, типы данных, структуры данных, циклы, условные операторы, работа с файлами, библиотеки.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Статистический анализ и представление результатов	3	0	5	15
Методы статистического моделирования технических процессов в фотонике. Основные понятия моделирования в условиях неопределенности. Функции распределения и плотности вероятности. Точечные оценки распределения: математическое ожидание, мода, медиана, размах, стандартное отклонение, дисперсия. Начальные и центральные моменты. Интервальные оценки. Корреляционный и регрессионный анализ. Преставление статистических данных силами Python				
Линейная алгебра и дифференциальные уравнения фотоники	6	0	12	18
Численное интегрирование и дифференцирование. Основные понятия законы теплообмена. Метод конечных разностей. Методы решения сеточных уравнений: метод прогонки, последовательной верхней релаксации, LU-факторизация. Явные схемы решения дифференциального уравнения теплопроводности. Неявные схемы и матричное представление дифференциальных уравнений Специализированные библиотеки Python				
Преобразования Фурье и обработка сигнала	3	0	5	15
Характеристики сигнала с прибора, его машинное представление Прямое и обратное преобразования Фурье для анализа сигнала Выделение характеристик сигнала и их визуализация Специализированные библиотеки Python				
ИТОГО по 4-му семестру	16	0	27	63
ИТОГО по дисциплине	16	0	27	63

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Введение в Python: основные элементы синтаксиса и типы данных
2	Графическое представление данных. Библиотека matplotlib
3	Статистический анализ массивов данных. Библиотека pandas
4	Расчётная работа. Статистическая обработка массива данных

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
5	Численное дифференцирование и интегрирование
6	Линейная алгебра в Python. Библиотеки numpy и scipy
7	Матричное представление дифференциальных уравнений
8	Моделирование тепловых процессов в устройствах фотоники
9	Расчётная работа. Решение задачи теплопроводности
10	Прямое и обратное преобразования Фурье в Python
11	Расчётная работа. Анализ сигнала
12	Презентация индивидуальных заданий

## 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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

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.

## 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	Златопольский Д. М. Основы программирования на языке Python / Д. М. Златопольский. - Москва: ДМК Пресс, 2018.	3
2	Любанович Б. Простой Python. Современный стиль программирования : пер. с англ. / Б. Любанович. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2019.	1
3	Цаплин А. И. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии : учебное пособие для вузов / А. И. Цаплин, И. Л. Никулин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	25
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Бахвалов Н. С. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2017.	5
2	Бахвалов Н. С. Численные методы : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2019.	5
3	Васильев А. Н. Python на примерах. Практический курс по программированию / А. Н. Васильев. - Санкт-Петербург: Наука и техника, 2019.	6
4	Гуриков С. Р. Основы алгоритмизации и программирования на PYTHON : учебное пособие / С. Р. Гуриков. - Москва: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2020.	3
5	Сузи Р. А. Язык программирования PYTHON : учебное пособие / Р. А. Сузи. - Москва: ИНТУИТ, БИНОМ. Лаб. знаний, 2007.	3
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Прикладная фотоника : журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет ; Пермский инновационный территориальный кластер волоконно-оптических технологий "Фотоника" ; Под ред. А. С. Куркова ; С. А. Бабина. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014 - . ( <a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser139659">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUser139659</a> )	1
<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	Информатика. - Липецк: Липецкий ГПУ, 2019.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-146731">http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-146731</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Никулин И. Л. Механика, молекулярная физика и термодинамика. Научно-исследовательская работа: структура, содержание, методика выполнения : учебно-методическое пособие / И. Л. Никулин, И. С. Файзрахманова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks229692">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks229692</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Цаплин А. И. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии : учебное пособие для вузов / А. И. Цаплин, И. Л. Никулин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks152983">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks152983</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Шкаберина Г. Ш. Программирование. Основы языка Python : учебное пособие / Шкаберина Г. Ш., Резова Н. Л. - Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-147450">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-147450</a>	сеть Интернет; авторизованный 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
Среды разработки, тестирования и отладки	MS Visual studio 2019 community (Free)



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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
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>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор, доска	2
Практическое занятие	Терминальный класс (15 компьютеров)	1

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

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

Факультет прикладной математики и механики  
Кафедра «Общая физика»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Информатика в приложении к отрасли»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Волоконная оптика

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Общая физика

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 1

**Семестр:** 1

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачёт: 4 семестр

**Пермь – 2020**

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Информатика в приложении к отрасли» 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.

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные 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 «Информатика в приложении к отрасли» (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине «Информатика в приложении к отрасли»

Контролируемые результаты освоения дисциплины	Вид контроля		
	ТК	ПК	ПА
В результате освоения дисциплины студент			
<i>Усвоенные знания</i>			
<b>3.1</b> Знает основы языка Python: интерпретаторы и компиляторы Python, структуру программ и основные синтаксические конструкции, подключаемые библиотеки	ТК1		ПА
<b>3.2</b> Знает важные уравнения фотоники: элементы электродинамики сплошной среды, теплопроводности и теории упругости	ТК2		

<b>3.3</b> Знает вычислительные методы: численное интегрирование и дифференцирование, решение систем линейных уравнений, метод конечных разностей	ТК3		
<b>3.4</b> Знает методы обработки сигнала, преобразования Фурье	ТК4		
<b><i>Освоенные умения</i></b>			
<b>У.1</b> Умеет численно дифференцировать и интегрировать;		ПК1	ПА
<b>У.2</b> Умеет решать системы линейных уравнений;		ПК2	
<b>У.3</b> Умеет для простых случаев решать уравнения теплопроводности, находить распределения электромагнитного поля, решать уравнения теории упругости		ПК3	
<b>У.4</b> Умеет записывать вычислительный алгоритм на языке Python		ПК4	
<b>У.5</b> Умеет строить графики средствами Python		ПК5	
<b><i>Приобретенные владения навыками</i></b>			
<b>В.1</b> Владеет способностью записывать сформулированную техническую задачу в виде математических соотношений;		ПК1 – 5	ПА
<b>В.2</b> Владеет способностью выбирать вычислительный метод решения математической задачи			
<b>В.3</b> Владеет способностью реализовывать вычислительный метод алгоритмом на языке Python			
<b>В.4</b> Владеет способностью представлять результаты расчёта в удобном виде.			

ТК – текущее тестирование (контроль знаний по теме)

ПК – промежуточный контроль (по модулям)

ПА – промежуточная аттестация

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом 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:

- 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).

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 усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или тестирования студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### 2.1.1. Тест по теме 1. Законы тепло- и массообмена

1. Уравнение Фурье имеет вид

$$1) \frac{\partial T}{\partial \tau} = a \nabla^2 T + \frac{q_v}{\rho c}; \quad 2) \underline{q = -\lambda \nabla t}; \quad 3) \frac{d\vec{W}}{d\tau} = \vec{g} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \vec{W}; \quad 4) -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha (T_n - T_c); \quad 5) Fo = a\tau/l^2 .$$

2. Явление диффузии имеет место при наличии градиента...

1) концентрации; 2) плотности; 3) давления; 4) скорости слоев жидкости или газа.

3. Дифференциальное уравнение переноса энергии вязкого теплоносителя имеет вид

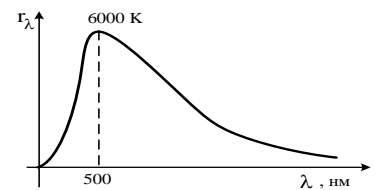
$$1) \rho u f = \text{const}; \quad 2) \frac{d\vec{W}}{d\tau} = \vec{g} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \vec{W}; \quad 3) \frac{\partial T}{\partial \tau} = a \nabla^2 T + \frac{q_v}{\rho c};$$

$$4) \frac{dT}{d\tau} = a\nabla^2 T + \frac{q_V}{\rho c}; \quad 5) \alpha = -\lambda \left( \frac{\partial T}{\partial y} \right)_{n=0} / (T_n - T_c).$$

4. Коэффициент теплоотдачи от нагретой поверхности ( $t_n=100^\circ\text{C}$ ) к окружающему воздуху ( $t_c=20^\circ\text{C}$ ) при плотности теплового потока  $q=160 \text{ Вт/м}^2$  составляет...
- 1)  $12,8 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; 2)  $0,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; 3) 4)  $2 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; 4)  $2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .
5. Максимальная спектральная плотность энергии излучения с поверхности слитка ( $t_n=1000^\circ\text{C}$ , постоянная Вина  $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ ) наблюдается при длине волны ...
- 1)  $2,9 \text{ мкм}$ ; 2)  $3,69 \text{ м}$ ; 3) 2,28 мкм; 4)  $0,44 \text{ мкм}$ ; 5)  $1,524 \text{ мкм}$ .

### 2.1.2. Тест по теме 2. Постановка задач сложного теплообмена

1. На рисунке показана кривая зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при  $T = 6000 \text{ К}$ . Если температуру тела уменьшить в 2 раза, то энергетическая светимость абсолютно черного тела уменьшится ...



1) в 2 раза; 2) в 4 раза; 3) в 8 раз; 4) в 16 раз.

2. Коэффициент теплоотдачи излучением ( $\alpha_n$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ) с поверхности сварного шва в открытое пространство при температуре поверхности  $T_n=1000^\circ\text{C}$ , приведенном коэффициенте излучения  $C_{np}=4 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ , температуре окружающей среды  $T_c=20^\circ\text{C}$  равен

1) 45; 2) 68; 3) 107; 4) 131; 5) 152.

3. Дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности в теле с тепловыми источниками имеет вид...

$$1) \frac{\partial t}{\partial \tau} = a\nabla^2 t + \frac{q_V}{\rho c}; \quad 2) \nabla^2 t + \frac{q_V}{\lambda} = 0; \quad 3) \frac{\partial t}{\partial \tau} = a\nabla^2 t; \quad 4) \lambda \nabla^2 t + \frac{q_V}{\rho c} = 0.$$

4. При решении краевой задачи теплопроводности граничные условия 2-го рода имеют вид

$$1) -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha (T_n - T_c); \quad 2) q_n = f(x_n, \tau); \quad 3) T_n = f(x_n, \tau);$$

$$4) -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial n} = -\lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial n} = \frac{\Delta T}{R_k}; \quad 5) T(x, 0) = f(x).$$

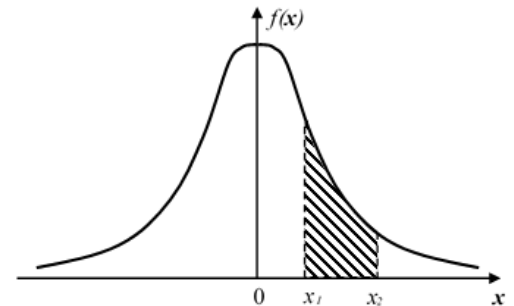
5. Коэффициент динамической вязкости имеет размерность...

1)  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; 2)  $\text{м}^2/\text{с}$ ; 3)  $\text{Па} \cdot \text{с}$ ; 4)  $\text{Па}/\text{с}$ .

### 2.1.3. Тест по теме 3. Стохастическое моделирование

1. Мода распределения случайной величины характеризует  
 1) среднее значение; 2) максимальное значение; 3) разброс; 4) отклонение от среднего значения; 5) абсциссу точки, в которой площадь, ограниченная кривой распределения, делится пополам.
2. Размах случайной величины это  
 1) среднее значение; 2) разброс значений случайной величины относительно ее математического ожидания; 3) абсцисса точки, в которой площадь, ограниченная кривой распределения, делится пополам; 4) отклонение от среднего значения;  
 2) 5) разность между ее наибольшим и наименьшим значениями.
3. Коэффициент корреляции двух случайных независимых величин равен  
 1)  $r = 1$ ; 2)  $r = -1$ ; 3)  $r = 0,5$ ; 4)  $r = -0,5$ ; 5)  $r = 0$ .
4. Пусть вероятность получения качественной катушки без дефектов «по вине» волокна  $p_1=0,98$ ; намотки  $p_2=0,93$ ; сварки  $p_3=0,99$ . Оцените надежность технологического процесса в целом, т.е. определить вероятность получения бездефектной отливки  $p_0$ .  
 1) 0,1; 2) 0,5; 3) 0,9; 4) 0,95; 5) 0,99.

5. Заштрихованная площадь под графиком функции распределения  $f(x)$  равна  
 1) медиане; 2) размаху  $r = x_2 - x_1$ ; 3) вероятности попадания случайной величины значений в интервал  $[x_1, x_2]$ ; случайной величине  $x$ ; 5) функции распределения  $F(x)$



#### 2.1.4. Тест по теме 4. Инженерные методы решения

1. Число Фурье  $Fo = a\tau/l^2$  характеризует...  
 1) отношение температурного перепада к температурному напору;  
 2) отношение толщин динамического и температурного пограничных слоев;  
 3) режим течения теплоносителя; 4) безразмерное время процесса теплопроводности.
2. Число Био  $Bi = \alpha l/\lambda$  характеризует...  
 1) отношение температурного перепада к температурному напору;  
 2) отношение толщин динамического и температурного пограничных слоев;  
 3) режим течения теплоносителя; 4) безразмерное время процесса теплопроводности.

3. Число Пекле  $Pe = u l / a$  характеризует...

- 1) интенсивность вынужденной конвекции; 2) отношение температурного перепада к температурному напору; 3) интенсивность вынужденной конвекции;
- 4) относительную интенсивность конвективного и диффузионного механизмов переноса тепловой энергии.

4. Режим течения расплава при свободной конвекции характеризуется

- 1) числом Рейнольдса  $Re = u_0 l / \nu$ ; 2) числом Пекле  $Pe = u_0 l / a$ ; 3) числом Нуссельта  $Nu = \alpha / (\lambda / l)$ ; 4) числом Прандтля  $Pr = \nu / a$ ; 5) числом Грасгофа  $Gr = g l^3 \beta \Delta T / \nu^2$ .

5. Число Прандтля  $Pr = \nu / a$  характеризует...

- 1) интенсивность свободной конвекции; 2) безразмерную вязкость теплоносителя;
- 3) отношения толщин динамического и температурного пограничных слоев;
- 4) отношение сил инерции к силам вязкого трения.

### 2.1.5. Тест по теме 5. Вычислительный эксперимент в теплофизических задачах

1. Явная схема аппроксимации уравнения теплопроводности  $\partial T / \partial \tau = a \partial^2 T / \partial x^2$  имеет вид

$$\begin{aligned}
 1) \quad \frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{h_\tau^2} &= a \frac{T_{i+1,k} - 2T_{i,k} + T_{i-1,k}}{h_x}; & 2) \quad \frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{h_\tau} &= a \frac{T_{i+1,k} - 2T_{i,k} + T_{i-1,k}}{h_x^2}; \\
 3) \quad \frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{h_\tau} &= a \frac{T_{i+1,k} + 2T_{i,k} + T_{i-1,k}}{h_x^2}; & 4) \quad \frac{T_{i,k} - T_{i,k-1}}{h_\tau} &= a \frac{T_{i+1,k-1} - 2T_{i,k-1} + T_{i-1,k-1}}{h_x^2}; \\
 5) \quad \frac{T_{i,k} + T_{i,k-1}}{h_\tau} &= a \frac{T_{i+1,k-1} - 2T_{i,k-1} + T_{i-1,k-1}}{h_x^2}.
 \end{aligned}$$

2. Для обеспечения минимальной погрешности аппроксимации уравнения теплопроводности  $\partial T / \partial \tau = a \partial^2 T / \partial x^2$  с шагами временной ( $h_\tau$ ) и пространственной ( $h_x$ ) сеток должны удовлетворять соотношению

$$1) h_\tau = h_x^2 / (2a); \quad 2) h_\tau^2 = h_x / (6a); \quad 3) h_\tau = h_x / (6a); \quad 4) h_\tau = h_x^2 / (6a); \quad 5) h_\tau = h_x / (2a).$$

3. Сравнение результатов расчёта с известными решениями модельных задач это

- 1) математическая постановка задачи; 2) верификация модели; 3) проверка адекватности модели; 4); концептуальная постановка задачи 5). поиск решения.

4. Двуслойные по времени схемы аппроксимации дифференциальных уравнений, обладающие абсолютной устойчивостью:



1) явная схема; 2) схема Лаасонена; 3) схема Дюфора-Франкеля 4) схема Кранка-Николсон.

5. Граничное условие 3-го рода для достижения 1-го порядка точности аппроксимируется выражением

$$1) -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} = \alpha (T_n - T_c); \quad 2) -\lambda \frac{T_N - T_{N-1}}{h_x} = \alpha (T_N - T_c); \quad 3) T_N = -\left( T_c + \frac{\lambda}{\alpha h_x} T_{N-1} \right) / \left( 1 + \frac{\lambda}{\alpha h_x} \right);$$

$$4) T_N = -\left( T_c + (4T_{N-1} - T_{N-2}) \frac{\lambda}{2\alpha h_x} \right) / \left( 1 + \frac{3\lambda}{2\alpha h_x} \right); \quad 5) T_N = T_{N-1}.$$

## 2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### 2.2.1. Вопросы для контрольной работы по модулю 1

1. Значение тепломассообмена в процессах производства оптических волокон.
2. Теплофизические процессы при фазовых и структурных переходах в оптических материалах.
3. Основные понятия теплопроводности. Закон Фурье. Определение расхода тепла через поверхность тела.
4. Виды диффузии. Закон Фика.
5. Основные понятия конвективного тепломассообмена. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл.
6. Виды потоков излучения. Радиационные характеристики тел.
7. Законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.

### 2.2.2. Вопросы для контрольной работы по модулю 2

1. Дифференциальное уравнение неразрывности для сжимаемого и несжимаемого теплоносителей.
2. Дифференциальное уравнение переноса энергии в теплоносителе. Коэффициент температуропроводности, его физический смысл.
3. Дифференциальное уравнение движения вязкого теплоносителя. Коэффициенты динамической и кинематической вязкости, их физический смысл.
4. Гидродинамический и температурный пограничные слои. Дифференциальное уравнение теплоотдачи в пограничном слое.

5. Условия однозначности. Виды граничных условий для скорости. Термокапиллярный эффект.
6. Приближение Буссинеска в задачах свободной тепловой конвекции.
7. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Виды граничных условий в краевой задаче теплопроводности. Числа Био и Фурье, их физический смысл.
8. Теплообмен излучением между телами. Физический смысл угловых коэффициентов и взаимных поверхностей.
9. Эффективное излучение. Теплообмен излучением между бесконечными пластинами. Экранирование.
10. Сложный радиационно-конвективный теплообмен.

### ***2.2.3. Вопросы для контрольной работы по модулю 3***

1. Основные причины появления неопределенностей, их математическое описание, примеры математического описания неопределенностей в производстве.
2. Стохастическое описание переменных, определение функции и плотности распределения.
3. Меры положения и рассеяния кривой распределения. Объясните различие между модой, медианой и математическим ожиданием.
4. Что характеризуют дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент корреляции?
5. Характеристики законов распределения: нормального, экспоненциального, равномерного.
6. Начальный и центральные моменты, квантили распределения, интервальные оценки, доверительные интервал и вероятность.
7. Ошибки диагностирования первого и второго рода, их значение.
8. Способы представления параметров распределения: эмпирическая функция распределения, полигон частот, гистограмма частот.
9. Корреляционное поле, линии регрессии, метод наименьших квадратов для получения уравнения линейной регрессии. Коэффициент корреляции, его смысл.
10. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Критический диаметр тепловой изоляции.

### ***2.2.4. Вопросы для контрольной работы по модулю 4***

1. Постановка задач нестационарной теплопроводности. Метод регулярного теплового режима.
2. Основы теории подобия явлений конвективного теплообмена. Числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, их физический смысл.
3. Особенности теплообмена при вынужденном движении теплоносителя. Число Рейнольдса, его физический смысл.

4. Особенности теплообмена при свободном движении теплоносителя. Число Грасгофа, его физический смысл.
5. Математическая формулировка задачи теплопроводности при структурных переходах. Затвердевание плоского слоя.
6. Основные понятия метода сеток. Схемы аппроксимации уравнения переноса.
7. Понятие об ошибках аппроксимации, схемных ошибках, устойчивости численного решения.
8. Понятие об экономичных схемах расщепления при решении многомерных задач теплообмена.
9. Методы прогонки и последовательной линейной релаксации решения матричных уравнений.
10. Основы вычислительного эксперимента. Алгоритм решения сопряженных задач конвективного теплообмена.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. 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.

#### **2.4.2. 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, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

#### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

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

1. Основные синтаксические конструкции Python.
2. Основные величины, характеризующие статистическое распределение.
3. Уравнения теплопроводности, электромагнетизма и теории упругости.

##### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Построить по набору данных график и гистограмму
2. Численно найти на интервале интеграл и производную заданной функции.
3. Численно решить систему алгебраических уравнений.

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

1. Статистически обработать большой массив данных.
2. Составить программу численного решения уравнения теплопроводности с определёнными граничными условиями.
3. Составить программу расчёта электромагнитного поля в механически напряжённом оптоволокне.

#### **2.4.2.2. 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.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при 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.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.