

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет авиационной и морской техники

 Красильникова О.А.

«20» 05 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитические и сеточные методы математической физики»

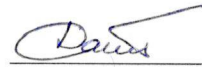
Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Самолетостроение
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачёт с оценкой	Кафедра «Авиастроение»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат физико-математических наук



Потянин Д.А

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Кафедра «Авиастроение»



Марьин С.Б.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Аналитические и сеточные методы математической физики» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации ФГОС ВО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 04.08.2020 №877, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Самолетостроение» по специальности «24.05.07 Самолето- и вертолетостроение».

Консультации с ведущими работодателями, объединениями работодателей отрасли, в которых востребованы выпускники: «Протокол КС» (04 20.02.2021).

НЗ-2 Основные физические модели процессов, явлений и объектов в области авиационной техники.

Воспитательная работа реализуется в рамках практических занятий.

Задачи дисциплины	Изучение основных понятий и методов построения математических моделей простейших физических процессов; методов исследования корректности граничных задач для классических уравнений математической физики; основных методов построения точных и приближенных решений задач математической физики. Анализ и физическая интерпретация построенных решений.
Основные разделы / темы дисциплины	1 Элементы теории поля и ряды Фурье. 2 Аналитические методы математической физики. 3 Сеточные методы математической физики.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Аналитические и сеточные методы математической физики» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач	ОПК-5.1 Знает физические и математические модели процессов изготовления деталей, узлов и агрегатов авиационных конструкций ОПК-5.2 Умеет использовать методы физического и математического моделирования ОПК-5.3 Умеет применять основные методы физико-математического анализа для решения конкретных инженерных задач	<b>Знать:</b> классификацию уравнений математической физики; виды граничных условий для уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов; аналитические и численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных. <b>Уметь:</b> определять тип уравнений математической физики; применять аналитические и численные методы математической физики для решения конкретных задач; оценивать границы применимости математической модели и использовать полученные решения в научных и практических целях. <b>Владеть:</b> практическими навыками постановки краевых задач и навыками использования аналитических и численных методов их решения; навыками анализа решения и его применения к научным и практическим проблемам авиационного производства.

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналитические и сеточные методы математической физики» изучается на 3 курсе, 5 семестре.

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

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Теоретическая механика», «Численные методы», «Теория механизмов и машин», «Сопротивление материалов», «Аналитическая механика и теория колебаний».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Аналитические и сеточные методы математической физики», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Вычислительная механика», «Прочность авиационных конструкций», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Аналитические и сеточные методы математической физики» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий, самостоятельных работ.

Дисциплина «Аналитические и сеточные методы математической физики» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32 (в т. ч. 10 в форме практической подготовки)
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа,</b> включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	96
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

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

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные занятия	
<b>1 Элементы теории поля и ряды Фурье</b>				
<b>Криволинейные и поверхностные интегралы и их приложения</b> <i>Криволинейный интеграл I рода. Криволинейный интеграл II рода. Криволинейный интеграл I рода. Криволинейный интеграл II рода. Формула Остроградского-Гаусса.</i>	1	2		6
<b>Скалярные поля</b> <i>Понятие скалярного поля. Примеры скалярных полей. Поверхности и линии уровня. Производная по направлению. Градиент. Дифференциальные уравнения с частными производными. Порядок уравнения. Решение уравнения. Уравнение колебаний струны. Уравнение колебаний мембраны. Уравнение распространения тепла в изотропном теле. Установившаяся температура в однородном твердом теле.</i>	1	2		6
<b>Векторные поля</b> <i>Понятие векторного поля. Примеры векторных полей. Векторные линии и векторные трубки. Поток поля. Дивергенция векторного поля. Формула Остроградского-Гаусса</i>	1	2		6
<b>Векторные дифференциальные операции</b> <i>Ротор поля. Формула Стокса. Оператор Гамильтона. Векторные дифференциальные операции первого и второго порядка. Соленоидальное поле. Потенциальное поле. Гармоническое поле.</i>	1	2		6

<b>Ряды Фурье</b> <i>Тригонометрический ряд Фурье. Коэффициенты Фурье. Разложение в ряд Фурье <math>2\pi</math>-периодических функций</i>	1	2		6
<b>Ряды Фурье для непериодических функций</b> <i>Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций. Разложение в ряд Фурье функций произвольного периода. Представление непериодической функции рядом Фурье</i>	1	1		4
<b>Тест №1 «Разложение функции в ряд Фурье»</b>		1		2
<b>2 Аналитические методы математической физики</b>				
<b>Вывод основных уравнений математической физики</b> <i>Дифференциальные уравнения с частными производными. Порядок уравнения. Решение уравнения. Уравнение колебаний струны. Уравнение колебаний мембраны. Уравнение распространения тепла в изотропном теле. Установившаяся температура в однородном твердом теле.</i>	1	2		6
<b>Классификация линейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка</b> <i>Канонические уравнения гиперболического, параболического и эллиптического типа. Уравнения характеристик. Алгоритм приведения уравнения второго порядка к каноническому виду.</i>	1	2		6
<b>Уравнение колебаний струны. Решение Даламбера.</b> <i>Решение Даламбера для свободных колебаний неограниченной струны. Волны отклонения. Волны импульса. Решение Даламбера для ограниченной струны</i>	1	2		6
<b>Тест №2 «Решение уравнения колебаний струны методом Даламбера»</b>		1		2

<b>Метод Фурье для уравнения свободных колебаний струны</b> <i>Метод разделения переменных. Собственные числа и собственные функции. Стоячие волны, гармоники, узлы и пучности. Колебания зацепленной струны. Колебания струны под действием удара</i>	1	2*		6
<b>Распространение тепла в неограниченном стержне</b> <i>Начальные условия Метод разделения переменных. Фундаментальное решение Мгновенный точечный источник тепла.</i>	1	1		4
<b>Распространение тепла в ограниченном стержне</b> <i>Граничные и начальные условия. Метод разделения переменных. Распространение тепла в стержне, концы которого находятся при заданных переменных температурах</i>	1	2*		6
<b>3 Сеточные методы математической физики</b>				
<b>Метод конечных разностей для уравнений эллиптического типа</b> <i>Метод сеток. Конечно-разностная аппроксимация частных производных. Дискретизация расчетной области. Задача Дирихле (первая краевая задача) для уравнения Пуассона</i>	1	2*		6
<b>Итерационные методы решения систем конечно-разностных уравнений.</b> <i>Итерационные методы. Процесс усреднения Либмана. Принцип Рунге оценки погрешности приближенного решения.</i>	1	2*		6
<b>Метод конечных разностей для уравнений параболического типа</b> <i>Дискретизация расчетной области. Явная и неявная схемы решения. Оценка погрешности решения</i>	1	2*		6
<b>Метод прогонки для уравнения теплопроводности</b> <i>Конечно-разностная аппроксимация частных производных. Порядок решения задачи: прямой и обратный ход</i>	1	2		6
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	16	32		96

\* реализуется в форме практической подготовки



## **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Подготовка опорного конспекта	32
Подготовка к решению задач на практических работах	32
Выполнение заданий расчетно-графической работы	28
Подготовка к решению тестов	4
<b>ИТОГО</b>	<b>96</b>

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1 Араманович, И. Г. Уравнения математической физики / И. Г. Араманович, В. И. Левин. – Москва : Наука, 1969. – 288 с.

2 Будак, Б. М. Сборник задач по математической физике : Учеб. пособие / Б. М. Будак, А. А. Самарский, А. Н. Тихонов. – 4-е изд., испр. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 688 с.

3 Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах : Учебное пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2009. – 368 с.

4 Кошляков, Н. С. Уравнения в частных производных математической физики / Н. С. Кошляков, Э. Б. Глинер, М. М. Смирнов. – Москва : Высшая школа, 1970. – 712 с.

5 Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики : Учеб. пособие / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва : Изд-во МГУ, 1999. – 798 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

1 Бермант, А. Ф. Араманович, И. Г. Краткий курс математического анализа для втузов / А. Ф. Бермант, И. Г. Араманович. – 5-е изд. – Москва : Наука, 1967. – 736 с.

2 Данко, П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах : Учеб. пособие для вузов / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова, С. П. Данко. – 7-е изд., испр. – Москва : Издательство АСТ : Мир и Образование, 2016. – 816 с.: ил.

3 Турчак, Л. И. Основы численных методов / Л. И. Турчак, П. В. Плотников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 304 с.

4 Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3 т. : учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по мат. спец. / Г. М. Фихтенгольц. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 1997. – Т.1. – 607 с. Т.2. - 800 с. Т.3. - 656 с.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1 Потянихин, Д. А. Математическое моделирование: Учебное пособие в 2 частях / Д. А. Потянихин – Ч.1. Аналитические и сеточные методы математической физики. - Комсомольск-на-Амуре : Изд-во АмГПУ, 2014. – 97 с.

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

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM Договор № 4997 эбс ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 004 6311 244 от 13 апреля 2021 г. (с 17 апреля 2021 г. по 16 апреля 2022 г.).

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks Лицензионный договор № ЕП 44/4 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010 003 6311 244 от 05 февраля 2021 г. (с 27 марта 2021 г. по 27 марта 2022 г.).

3 Образовательная платформа "Юрайт". Договор № ЕП44/2 на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ИКЗ 21 1 2727000769 270301001 0010001 6311 244 от 02 февраля 2021 г. (с 07 февраля 2021 г. по 07 февраля 2022 г.).

4 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44/3 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 211 272 7000769 270 301 001 0010 002 6311 244 от 04 февраля 2021 г. (с 04 февраля 2021 г. по 04 февраля 2030 г.).

5 Справочная правовая система Консультант Плюс. Договор № 45 от 17 мая 2017 (бессрочный).

6 Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

7 Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

8 Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/> Безвозмездное пользование (открытый доступ).

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1 Национальная платформа открытого образования. <https://openedu.ru/>

2 Международный научно-образовательный сайт EqWorld (Мир математических уравнений) <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

## **9 Организационно-педагогические условия**

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

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

### **9.1 Образовательные технологии**

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

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

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

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

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### 9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

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

Цели самостоятельной работы:

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

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

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

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

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

#### 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

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

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

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

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень учебного и лабораторного оборудования

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Ауд. 227 /3	Лекционная аудитория ФАМТ	Мультимедийное оборудование
Ауд. 225 /3	Компьютерный класс кафедры АС	Мультимедийное оборудование, ПЭВМ

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

#### Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

1. Элементы теории поля и ряды Фурье
2. Аналитические методы математической физики
3. Сеточные методы математической физики

#### Практические занятия.

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

#### Лабораторные занятия.

#### Самостоятельная работа.

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

- читальный зал НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 225/3).

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

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

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

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

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

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине**

**«Аналитические и сеточные методы математической физики»**

Специальность	24.05.07 Самолето- и вертолетостроение
Специализация	Самолетостроение
Квалификация выпускника	Инженер
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Авиастроение»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач	ОПК-5.1 Знает физические и математические модели процессов изготовления деталей, узлов и агрегатов авиационных конструкций ОПК-5.2 Умеет использовать методы физического и математического моделирования ОПК-5.3 Умеет применять основные методы физико-математического анализа для решения конкретных инженерных задач	<b>Знать:</b> классификацию уравнений математической физики; виды граничных условий для уравнений гиперболического, параболического и эллиптического типов; аналитические и численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных. <b>Уметь:</b> определять тип уравнений математической физики; применять аналитические и численные методы математической физики для решения конкретных задач; оценивать границы применимости математической модели и использовать полученные решения в научных и практических целях. <b>Владеть:</b> практическими навыками постановки краевых задач и навыками использования аналитических и численных методов их решения; навыками анализа решения и его применения к научным и практическим проблемам авиационного производства.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Элементы теории поля и ряды Фурье.	ОПК-5	Тест №1	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
		РГР (Задача 1)	Продemonстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.



		РГР (Задача 2)	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
Аналитические методы математической физики.	ОПК-5	Тест №2	Выполнение задания теста
		РГР (Задача 3)	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
		РГР (Задача 4)	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
		РГР (Задача 5)	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
Сеточные методы математической физики.	ОПК-5	РГР (Задача 6)	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.
		РГР (Задача 7)	Продемонстрировано умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.

## **2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Тест №1	6 неделя	5 баллов	5 баллов – студент правильно выполнил задание теста, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент выполнил задание теста с незначительными недочетами, показал хорошие умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала.
Тест №2	10 неделя	5 баллов	3 балла – студент выполнил задание теста не полностью либо с существенными недочетами, показал удовлетворительные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент не выполнил задание теста либо выполнил неверно.
РГР (Задача 1)	5 неделя	3 балла	3 балла – Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, задача расчетно-графической работы оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. При защите расчетно-графической работы студент продемонстрировал умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, навык проведения вычислений. 2 балла – Студент не полностью выполнил задание (не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допустил неточности, недостатки в оформлении, допустил ошибки в расчетах, не смог интерпретировать результаты расчетов и т. д.). При защите расчетно-графической работы студент не в полной мере продемонстрировал умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, навык проведения вычислений. 1 балл – Студент не выполнил большую часть задания (не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допустил неточности, недостатки в оформлении, допустил ошибки в расчетах, не смог
РГР (Задача 2)	7 неделя	3 балла	
РГР (Задача 3)	9 неделя	3 балла	
РГР (Задача 4)	11 неделя	3 балла	
РГР (Задача 5)	13 неделя	3 балла	

РГР (Задача 6)	14 неделя	3 балла	<i>интерпретировать результаты расчетов и т. д.). При защите расчетно-графической работы студент не в полной мере продемонстрировал умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, навык проведения вычислений.</i> <i>0 баллов - Студент не выполнил задание, или студент выполнил задание с грубыми ошибками, или студент выполнил задание, но при защите РГР не смог объяснить ход решения задачи и не понимает смысла написанного.</i>
РГР (Задача 7)	16 неделя	3 балла	
<b>ИТОГО:</b>		31 балл	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

**3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

### 3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

#### Тесты

Тест №1 «Разложение функции в ряд Фурье» (типовой вариант)

Разложите в ряд Фурье периодическую функцию, заданную на полупериоде  $[0, 2]$  уравнением  $f(x) = x - \frac{x^2}{2}$ .

Тест №2 «Решение уравнения колебаний струны методом Даламбера» (типовой вариант)

Найдите форму струны, определяемой уравнением  $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$  в момент времени  $t = \pi$ , если  $u|_{t=0} = \sin x$ ,  $\frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = \cos x$ .

#### Расчетно-графическая работа (типовой вариант)

**Расчетно-графическая работа подлежит защите.** На защите студент должен продемонстрировать умение выбирать метод решения задачи, обосновать применение расчетных формул, продемонстрировать навык проведения вычислений.

## Задача 1

Вычислите поток векторного поля  $\vec{a}(M)$  через внешнюю поверхность пирамиды, образуемую плоскостью  $p$  и координатными плоскостями, двумя способами: а) используя определение потока; б) используя формулу Остроградского-Гаусса.

$$\vec{a}(M) = (x+z)\vec{i} + (2y-x)\vec{j} + z\vec{k}; \text{ плоскость } p: x-2y+2z=4.$$

## Задача 2

Разложите в ряд Фурье функцию  $f(x) = \begin{cases} x & \text{при } -\pi < x \leq 0, \\ 2x & \text{при } 0 < x < \pi, \end{cases}$  с периодом  $2\pi$ .

## Задача 3

Определите тип уравнения и приведите его к каноническому виду:

$$\frac{1}{x^2} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1}{y^2} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0.$$

## Задача 4

Струна, закрепленная на концах  $x=0$ ,  $x=l$ , имеет в начальный момент форму параболы  $u = \frac{4h}{l^2} \cdot x(x-l)$ . Определите смещение точек струны от оси абсцисс, если начальные скорости отсутствуют.

## Задача 5

Дан тонкий однородный стержень длины  $l$ , изолированный от внешнего пространства, начальная температура которого распределена по закону  $f(x) = \frac{cx(l-x)}{l^2}$ . Концы стержня поддерживаются при температуре, равной нулю. Определите температуру стержня в момент времени  $t > 0$ .

## Задача 6

Применяя метод усреднения Либмана, найти приближенное решение уравнения Лапласа с шагом  $h = 1/8$  в квадрате с вершинами  $A(0,0)$ ,  $B(0,1)$ ,  $C(1,1)$ ,  $D(1,0)$ . Итерации проводить с точностью до  $10^{-2}$ . Краевые условия:  $u|_{AB} = 30y$ ,  $u|_{BC} = 30(1-x^2)$ ,  $u|_{AD} = 0$ ,  $u|_{CD} = 0$ .

## Задача 7

Используя явную вычислительную схему, найдите приближенное решение уравнения  $\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ , удовлетворяющее условиям  $u(x, 0) = \sin \pi x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) и  $u(0, t) = u(1, t) = 0$  ( $0 \leq t \leq 0,025$ ).

