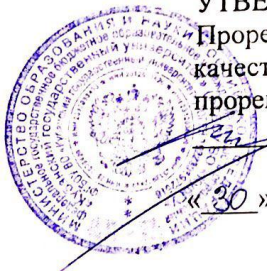


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Иванов А.Г.
«30» июня 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01 Приложения теории функций в задачах микро- и нанотечений

Направление подготовки: 01.04.01 Математика

Направленность (профиль): Комплексный анализ;

Программа подготовки: академическая

Форма обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.01 «Приложения теории функций в задачах микро- и нанотечений» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.04.01 Математика

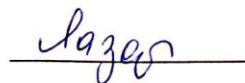
Программу составил:

Костенко К.И., доцент, канд. физ.-мат. наук



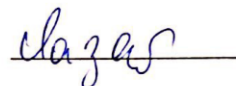
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.03.01 «Приложения теории функций в задачах микро- и нанотечений» утверждена на заседании кафедры теории функций
протокол № 11 «09» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Лазарев В.А.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теории функций
протокол № 11 «09» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Лазарев В.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук
протокол № 3 «20» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета Титов Г.Н.



Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович, канд. физ. – мат. наук,
директор ООО «Просвещение – Юг»

Засядко О.В., доцент пед. наук, доцент кафедры информационных образовательных технологий ФГБОУ ВО КубГУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

1. Обзор имеющихся подходов и достижений в изучении микро- и нанотечений;
2. Обсуждение проблем теоретического и экспериментального характера, решение которых необходимо.

1.2 Задачи дисциплины.

1. Рассмотрение основных проблем экспериментального исследования данных течений, анализ их характерных особенностей;
2. Анализ методов описания микротечений.
3. Анализ и обсуждение: границ применимости гидродинамического описания, необычности свойств течений на микро- и наномасштабах, проблем гидродинамического моделирования микромиксеров, технологий моделирования микротечений методом молекулярной динамики, данных молекулярно-динамического моделирования нанотечений, структуры жидкостей в наноканалах и процессы переноса в них.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Приложения теории функций в задачах микро- и нанотечений» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Для успешного изучения данной дисциплины необходимо хорошее понимание содержание курсов математического анализа, комплексного анализа, функционального анализа. Изучение данной дисциплины необходимо для успешного прохождения ГИА.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций ОПК-3; ПК-1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	готовностью самостоятельно создавать прикладные программные средства на основе современных информационных технологий и сетевых ресурсов	Проблемы как теоретического, так и экспериментального характера, решение которых настоятельно необходимо.	Применять методы описания микро- и нанотечений в профессиональной деятельности задачах	Навыками экспериментального распознавания и изучения эмпирических и аналитических показателей течений разных типов
2.	ПК-1	способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	Понятия: микротечения, нанотечения, скольжение, молекулярная динамика, структура жидкости.	Анализировать методы описания микро- и нанотечений	Навыками анализа, синтеза, понимания, запоминания, обобщения, сравнения и применения данных течений.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице
распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			А
Контактная работа, в том числе:		30,2	30,2
Аудиторные занятия (всего):		30	30
Занятия лекционного типа		14	14
Лабораторные занятия		16	16
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
Иная контактная работа:		0,2	0,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		77,8	77,8
Курсовая работа		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		20	20
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		38	38
Реферат		-	-
Подготовка к текущему контролю		19,8	19,8
Контроль:		-	-
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	30,2	30,2
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые во А семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Методы описания и экспериментального исследования микротечений.	28	4	4	-	20
2.	Методы описания и экспериментального исследования нанотечений.	48	4	6	-	38
3.	Приложения микро- и нанотечений в междисциплинарных исследованиях	31,8	6	6	-	19,8
	Итого по дисциплине:		14	16	-	77,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Методы описания и экспериментального исследования микротечений.	Описание течений однородных жидкостей с помощью уравнений гидродинамики. Граничные условия скольжения и скачка температур. Ламинарные микротечения. Связь смещения в стандартных условиях с процессами молекулярной диффузии. Пассивные (варьирование геометрической формы каналов, использование различного рода вставок) и активные (применение тех или иных внешних полей (акустических, электрических, магнитных), варьирование расхода жидкости) способы увеличения скорости течения.	<i>T, P, O, K</i>
2.	Методы описания и экспериментального исследования нанотечений.	Молекулярные методы описаний течений в наноканалах. Решение уравнения Больцмана для разреженных газов. Применение метода молекулярной динамики для течений жидкостей и плотных газов. Формирование в канале течений с параболическим профилем скорости. Квазипериодическая структура поля плотности поперек наноканала.	<i>T, P, O, K</i>
3.	Приложения микро- и нанотечений в междисциплинарных исследованиях	Приложения микро- и нанотечений в медицине, фармакологии, биологии, теплоэнергетике, приборостроении, катализе и т.д.	<i>T, P, O, K</i>

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Методы описания и экспериментального исследования микротечений.	Описание течений однородных жидкостей с помощью уравнений гидродинамики. Граничные условия скольжения и скачка температур. Ламинарные микротечения. Связь смещения в стандартных условиях с процессами молекулярной диффузии. Пассивные (варьирование геометрической формы каналов, использование различного рода вставок) и активные (применение тех или иных внешних полей (акустических, электрических, магнитных), варьирование расхода жидкости) способы увеличения скорости течения.	Опрос, разбор задач
2.	Методы описания и экспериментального исследования нанотечений.	Молекулярные методы описаний течений в наноканалах. Решение уравнения Больцмана для разреженных газов. Применение метода молекулярной динамики для течений жидкостей и плотных газов. Формирование в канале течений с параболическим профилем скорости. Квазипериодическая структура поля плотности поперек наноканала.	Опрос, разбор задач
3.	Приложения микро- и нанотечений в междисциплинарных исследованиях	Приложения микро- и нанотечений в медицине, фармакологии, биологии, теплоэнергетике, приборостроении, катализе и т.д.	Опрос, разбор задач

2.3.3 Лабораторные занятия.

Лабораторные занятия - не предусмотрены.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Дорофеев, А.В. Компетентностная модель математической подготовки будущего педагога [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2011. — 240 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3760 . — Загл. с экрана.
2	Решение задач практических занятий	Дорофеев, А.В. Компетентностная модель математической подготовки будущего педагога [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : ФЛИНТА, 2011. — 240 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3760 . — Загл. с экрана.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При изучении данного курса используются как традиционные лекции и лабораторные занятия, так и современные интерактивные образовательные технологии.

Цель лабораторных занятий – научить студента применять полученные на лекциях теоретические знания к решению и исследованию конкретных задач.

К образовательным технологиям также относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Приложения теории функций в задачах микро- и нанотечений» предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», но и «студент - студент». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала, в ходе дискуссий. Также используются занятия-визуализации и доклады студентов.

Дискуссия

Возможность дискуссии предполагает умение высказать собственную идею, предложить свой путь решения, аргументировано отстаивать свою точку зрения, связно излагать мысли. Полезны следующие задания: составление плана решения задачи, поиск другого способа решения, сравнение различных способов решения, проведение выкладок для решения задачи и выкладок для проверки правильности полученного решения, рассмотрение задач с лишними и недостающими данными. Студентам предлагается проанализировать варианты решения, высказать своё мнение. Основным объёмом использования интерактивных методов обучения реализуется именно в ходе дискуссий.

Общие вопросы, которые выносятся на дискуссию:

Описание модели.

Исследование модели или поиск различных способов решений задачи.

Выбор среди рассматриваемых способов наиболее рационального.

Занятие-визуализация.

В данном типе передача преподавателем информации студентам сопровождается показом различных рисунков, структурно-логических схем, опорных конспектов, диаграмм и т. п. (например, с помощью слайдов).

Всего учебным планом предусмотрено 10 часа в интерактивной форме

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
А	Лабораторные занятия	Занятие-визуализация: «Решение уравнения Больцмана для разреженных газов»	5
		Занятие-визуализация: «Молекулярные методы описаний течений в наноканалах»	5
Итого:			10

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью процесса подготовки. Под самостоятельной работой понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирования умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. СРС помогает формировать культуру мышления студентов, расширять познавательную деятельность.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Исследование движения жидких и газообразных сред является более трудной и сложной задачей, чем исследование движения абсолютно твердого тела. Именно поэтому при таком исследовании наряду с применением известных законов механики (в частности, метода физического поля — метода Эйлера) часто практикуют постановку гидравлического эксперимента с целью получения экспериментальных данных и согласования их с теоретическими выводами для дальнейшего практического использования. Для теоретических исследований в гидродинамике используют несколько моделей жидкости. Ниже рассматриваются две из них: а) несжимаемая невязкая жидкость (идеальная), для которой плотность постоянна, вязкость отсутствует, касательное напряжение равно нулю; б) несжимаемая вязкая жидкость (нормальная, ньютоновская) с параметрами равными нулю.

Основные вопросы к практическим занятиям:

1. Описание режима скольжения, и переходный режим течения от континуального к свободномолекулярному при $10^{-1} < Kn$.
2. Диапазон значений чисел Кнудсена для микро- и нано-устройств.
3. Свободномолекулярный режим течения.
4. Прямой метод статистического моделирования и метод молекулярной динамики
5. Методы решения уравнения Больцмана в случае малых чисел Кнудсена
6. Методы мезомоделирования, методы решетчатого газа Больцмана.
7. Нефизические скачки в газодинамических параметрах в сверхзвуковых течениях при числе Маха больше, чем $M=1.65$.

8. Применение моментных уравнений для моделирования эффектов неравновесности (эффектов разреженности) газа.
9. Влияние геометрического фактора и эффекта теплового скольжения в работе газовых микро-насосов
10. Влияние эффектов разреженности на течение газа при плазменном взрыве.
11. оценка величины температурного экстремума в структуре ударной волны одноатомного газа для решения моментной системы уравнений.
12. двумерное численное моделирование с использованием моментной системы уравнений для распространения ударной волны по нестационарному газовому слою, образованному в результате плазменного микро-взрыва.

Дополнительные вопросы

1. Физический смысл отдельных членов уравнений движения и уравнения энергии.
2. Примеры слоистых течений. Расчет течения в кольцевом зазоре.
3. Основы подхода к расчету очень вязких течений.
4. Основные допущения при выводе уравнений пограничного слоя. Асимптотический пограничный слой отсасывания.
5. Закон Блазиуса для сопротивления плоской пластины.
6. Приближенная оценка сопротивления плоской пластины на основе метода Кармана - Польгаузена.
6. Оценить влияние числа Маха на толщину пограничного слоя.
7. Объяснить причины появления поперечных токов пограничного слоя на скользящем крыле.
8. Оценить толщину пограничного слоя на конусе в газовом сверхзвуковом потоке.
9. Пределы применимости решения для ламинарного следа.
10. Линеаризация уравнений движения.
10. Собственные числа задачи гидродинамической устойчивости.
11. Ламинарно-турбулентный переход пограничного слоя как следствие его неустойчивости.
12. Турбулентная вязкость.
13. Структура недорасширенных, перерасширенных и расчетных струй.

Индивидуальные задания для самостоятельной проработки и обсуждения на практических занятиях

1. В биологии для решения широкого круга фундаментальных и прикладных задач молекулярной и клеточной биологии, биотехнологии и биомедицины.
2. Проектирование и создание микрожидкостных устройств различного направления на основе моделей гидравлического сопротивления микро- и наноканалов, а также теплообмена в микроканалах
3. Микротехнологии и создание современных материалов с использованием направления микрофлюидики исследования течения жидкости и газа в микромасштабе.
4. Применение газовых микроструй в технологических процессах, авиации и космонавтике.
5. Микроструи жидкости и газа. в струйной печати, а также в микротсруйных системах в медицине.
6. Моделирование защиты поверхностей, обтекаемых высокотемпературным потоком, и подавления плазменных образований вокруг высокоскоростных летательных аппаратов и спускаемых космических аппаратов

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Критерии получения итогового зачёта по предмету

Итоговая оценка (зачёт/ незачёт) по предмету выставляется в случае получения верных ответов на поставленные вопросы, а также в целом верного решения предложенных качественных задач. Ответ на вопрос в составе билета считается правильным если, если он включает верное определение всех необходимых понятий, точные формулировки основных результатов (аналитические утверждения), знаний структуры доказательств (обоснований), а также умение самостоятельного изложения доказательств. Критерии оценки ответа оценка на + (верный полный ответ) или +/- (в целом верный ответ, содержащий недостатки, которые были устранены в присутствии преподавателя). В остальных случаях

(результат проверки – или -/+, а также +/-, если студент испытывает трудности с полным ответом с помощью преподавателя).

Критерии промежуточной аттестации – оценивается решение контрольных задач, однотипных и близких по сложности с зачетными, с помощью четырёхбалльной системы + (верное и полное решение) или +/- (в целом верное решение, содержащее незначительные недостатки), -/+ (неполное решение или решение содержащее грубые ошибки, отдельные части которого можно использовать для решения задачи), - (неверное решение, не содержащее значимых фрагментов, ведущих к решению задачи).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Полунин, В.М. Акустические свойства нанодисперсных магнитных жидкостей / В.М. Полунин. - Москва : Издательство Физматлит, 2012. - 383 с. - ISBN 978-5-9221-0930-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468383>
2. Андреев, В.К. Математические модели механики сплошных сред [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67464>
3. Заводинский, В.Г. Компьютерное моделирование наночастиц и наносистем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2013. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59650>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Терехов, В.И. Тепломассоперенос и гидродинамика в газокапельных потоках : монография / В.И. Терехов, М.А. Пахомов. - Новосибирск : НГТУ, 2008. - 282 с. : табл., граф., ил. - (Монографии НГТУ). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-1061-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436050>.
2. Основы гидравлики, гидрологии и гидрометрии : учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» ; авт.-сост. М. Решетько. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 193 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-4387-0557-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442801>.
3. Привалов, И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/322>
4. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.М. Петрушко [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/526>
5. Нелинейная теория управления: динамика, управление, оптимизация [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2003. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59334>
6. Современные математические модели конвекции [Электронный ресурс] : монография / В.К. Андреев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59497>
7. Ибрагимов, И.М. Основы компьютерного моделирования наносистем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.М. Ибрагимов, А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/156>

5.3. Периодические издания:

1. Вычислительные методы и программирование (<http://num-meth.srcc.msu.ru/>)
2. Журнал вычислительной математики и математической физики (http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=zvmmf&option_lang=rus)
3. Инфокоммуникационные технологии (<http://ikt.psuti.ru/>)

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

Российское образование, федеральный портал [Официальный сайт] — URL: <http://www.edu.ru>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, практических занятий, на которых разбираются основные задачи и упражнения, производится выбор и анализ методов исследования.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине (модулю) включающая выполнение индивидуальных заданий с последующим разбором на практических занятиях в соответствии с таблицами из разделов 2.1. и 2.2..

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и электронные образовательные ресурсы:

1. Университетская библиотека on-line (www.biblioclub.ru);
2. Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» // <http://window.edu.ru/>;
3. Российское образование. Федеральный образовательный портал. // <http://www.edu.ru/>.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Предоставление бессрочных прав пользования программным обеспечением LiveLink for MATLAB для использования с COMSOL Multiphysics ClassKit License

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными

		комплексами, учебной мебелью
2.	Семинарские занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, доской маркером или мелом
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, доской маркером или мелом
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Рецензия
на рабочую программу дисциплины
«Приложения теории функций в задачах микро- и нанотечений»
по направлению подготовки 01.04.01 Математика,
очной формы обучения.
Составитель рабочей программы:
доцент каф. теории функций ФГБОУ ВО «КубГУ» Тлюстен С.Р.

Рабочая программа полностью соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.01 Математика (уровень магистратуры).

Все основные разделы программы нашли свое отражение в перечне представленных в программе необходимых знаний и компетенций. Рабочая программы содержит тематический план, который раскрывает последовательность изучения тем и разделов программы, с указанием практических часов. Информация о видах и объеме учебной работы содержит тематику лекционных занятий и практических занятий, призванных сформировать у студентов базовые знания и формирование основных навыков, необходимых для решения задач, возникающих в практической деятельности.

Содержащийся перечень и количество практических занятий достаточен для формирования уровня подготовки, определенного требованиями ФГОС.

Перечень тем и разделов, которые должны изучить слушатели, а также основные требования к уровню подготовки слушателей объему знаний и умений, которым они должны обладать по каждой из перечисленных тем.

Самостоятельные задания развивают знания, умения и навыки, полученные в результате изучения предмета.

Перечень средств обучения исчерпывающий и соответствует предъявляемым требованиям.

Список литературы содержит достаточный состав источников, необходимых для качественного обучения студентов.

Рабочая программа дисциплины «Приложения теории функций в задачах микро- и нанотечений» способствует приобретению и развитию умений и навыков для решения профессиональных задач математическими методами, формированию компетентного специалиста.

Рецензент,
Гусаков В.А., 
канд. физ. – мат. наук,
директор ООО «Просвещение-Юг».

