Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 01/08-577

от 28.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД (ЧАСТЬ 1)

Направление подготовки (специальность) [1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	**Трудоемкость, кред.**	**Общий объем курса, час.**	**Лекции, час.**	**Практич. занятия, час.**	**Лаборат. работы, час.**	**В форме практической подготовки, час.**	**СРС, час.**	**КСР, час.**	**Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП**
5	3	108	32	32	0		44	0	3
Итого	3	108	32	32	0	0	44	0	

АННОТАЦИЯ

Изучение основных понятий и определений в гидродинамике. Изучение основных физических принципов построения моделей течений несжимаемой среды.

Объектами исследования являются различные варианты дозвукового течения жидкости или газа (плазмы). В курсе обосновываются упрощенные модели различных течений идеальной и реальной сплошной среды, в том числе с учетом эффектов теплопередачи и диффузии. Для всех используемых моделей течений формулируются системы рабочих уравнений, показана возможность их аналитического решения.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются: получение студентом глубоких навыков теоретического моделирования дозвуковых течений несжимаемой сплошной среды, решение практических задач по физике быстропротекающих процессов, которые помогут им правильно ориентироваться в сложной технике исследования быстропротекающих физико-химических процессов: во время проведения студентами УИР, при подготовке диссертационной работы, а так же во время проведения научно - исследовательской работы во время обучения в ВУЗе и после его окончания.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин ООП подготовки бакалавра:

Дифференциальное исчисление, Интегральное исчисление и функции многих переменных;

Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики);

Уравнения математической физики;

Теоретическая физика: Статистическая физика.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**

		опыта)	
экспертно-аналитический			
участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства	ПК-10 [1] - Способен к аналитической и количественной оценке процессов в природе, технике и обществе и к выбору на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера *Основание:* Профессиональный стандарт: 26.003, 40.008, 40.011	З-ПК-10[1] - Знать основные методики, цели и задачи построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе. ; У-ПК-10[1] - Уметь строить аналитические и количественные модели процессов в природе, технике и обществе и выбирать на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера. ; В-ПК-10[1] - Владеть навыками построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе и выбора на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	**Задачи воспитания (код)**
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за

	результаты исследований и их последствия (В17)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	5 Семестр						
1	Часть 1	1-8	16/16/0		25	Т-8	З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Часть 2	9-16	16/16/0		25	Зд-16	З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	Итого за 5 Семестр		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	З	З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Зд	Задание (задача)
Т	Тестирование
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	5 Семестр	32	32	0
1-8	**Часть 1**	16	16	0
1	**Краткое историческое введение. Цели и задачи курса** Краткое историческое введение. Цели и задачи курса. Модели движения жидкости, газа и элементов твердого тела. Модель сплошной среды, способы описания ее движения. Варианты моделирования движения и поведения сплошной среды. Переменные по Эйлеру и по Лагранжу. Уравнения движения идеальной жидкости. Модель идеальной жидкости. Уравнение неразрывности движения, уравнение Эйлера, уравнение адиабатичности. Уравнения движения в интегральной форме. Уравнения движения в переменных Лагранжа.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	**Потенциальное течение идеальной жидкости** Интегралы уравнения Эйлера: интеграл Бернулли, интеграл Коши, интеграл Бернулли-Эйлера. Гидростатика. Общие закономерности движения идеальной несжимаемой жидкости. Модель идеальной несжимаемой жидкости, уравнения движения, интегралы уравнения Эйлера (примеры их использования). Примеры потенциальных течений: прямолинейный поток с постоянной скоростью, точечный источник, диполь, потенциальное обтекание жесткой сферы (метод математического моделирования).	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	**Плоское установившееся течение идеальной несжимаемой жидкости, комплексные параметры течения.** Плоское установившееся течение идеальной несжимаемой жидкости, комплексные параметры течения. Примеры потенциального плоского течения: линейный источник, идеальный вихрь, линейный диполь, потенциальное обтекание кругового цилиндра. Метод конформных отображений при исследовании плоских потенциальных течений: движение в области плоского угла, обтекание эллиптического цилиндра, обтекание тонкой пластины. Течение в плоских струях, метод Митчела - Жуковского, пример анализа течения в плоской струе, эффект сжатия струи.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	**Явление кумуляции.** Явление кумуляции. Кумулятивные струи. Взрывные кумулятивные струи, анализ процесса формирования струи (модель Лаврентьева). Силовое воздействие потенциального потока на обтекаемое цилиндрическое тело, формула Жуковского для поперечной силы. Элементы теории подъемной силы. Основы теории крыла. Элементы дозвуковой аэродинамики.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	**Неустановившееся движение хорошо обтекаемого тела в идеальной жидкости.** Неустановившееся движение хорошо обтекаемого тела в	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		

	идеальной жидкости, кинетическая энергия неограниченного объема движущейся жидкости около тела. Эффекты присоединенной массы, тензор присоединенной массы, примеры: сфера, круговой цилиндр, тонкая пластина. Уравнение движения хорошо обтекаемого тела в идеальной жидкости с учетом эффекта присоединенной массы. Уравнение вынужденного движения тела в нестационарном потоке идеальной жидкости (без эффекта вихляния).	0	0	0
6	**Задача о подводном взрыве, стадия пульсаций газового пузыря продуктов взрыва** Задача о подводном взрыве, стадия пульсаций газового пузыря продуктов взрыва. Волны на поверхности тяжелой жидкости. Влияние глубины водоема на параметры движения жидкости в поверхностной волне. Элементы теории корабельных волн. Условия применимости модели несжимаемой жидкости.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0 0
7	**Модели реальной жидкости: ньютоновская и неньютоновские жидкости** Модели реальной жидкости: ньютоновская и неньютоновские жидкости. Течение реальной жидкости. Тензор напряжений. Закон трения в реальной ньютоновской жидкости. Уравнение движения вязкой жидкости, уравнение Навье-Стокса. Закон сохранения потока импульса в реальной жидкости. Диссипация кинетической энергии в потоке вязкой несжимаемой жидкости. Примеры течения вязкой ньютоновской жидкости: течение Пуазейля в трубах, течение Куэтта в щелях.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0 0
8	**Метод размерностей и групп для решения гидродинамических задач, примеры: диффузия вихря в вязкой жидкости.** Метод размерностей и групп для решения гидродинамических задач, примеры: диффузия вихря в вязкой жидкости. Физическое моделирование и теория подобия в гидродинамике. Критерии физического подобия потоков вязкой жидкости. Определяющие параметры течения вязкой жидкости. Течение с малым по сравнению с 1 значением числа Рейнольдса, метод Стокса для ползущих течений, ползущее обтекание жесткой сферы. Парадокс Стокса. Метод Озеена. Движение жидкой капли в жидкости.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0 0
9-16	**Часть 2**	16	16	0
9	**Теория ламинарного пограничного слоя для течения около неподвижной стенки с большим по сравнению с 1 числом Рейнольдса** Теория ламинарного пограничного слоя для течения около неподвижной стенки с большим по сравнению с 1 числом Рейнольдса. Система уравнений Прандтля для течения в пограничном слое около поверхности. Пограничный слой	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0 0

	на длинной плоской пластине, метод Блазиуса. Интегральные соотношения Кармана для пограничного слоя. Методы Кармана -Польгаузена и Лойцанского для исследования пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Способы воздействия на течение в пограничном слое. Нестационарный пограничный слой			
10	**Турбулентное течение несжимаемой жидкости.** Турбулентное течение несжимаемой жидкости. Неустойчивость течения реальной жидкости, способы прогноза. Методы осреднения параметров течения в турбулентном потоке. Система осредненных уравнений движения Рейнольдса. Модели полуэмпирической теории турбулентных течений. Локальные свойства и статистические характеристики турбулентного потока. Примеры турбулентных течений: логарифмический профиль средней скорости в турбулентном потоке у стенки, течение в трубах, турбулентный пограничный слой, турбулентная струя, методы исследования, осредненные характеристики.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	**Теплопередача в потоке жидкости** Теплопередача в потоке жидкости. Уравнение теплопередачи в реальной жидкости. Полная система уравнений движения и состояния реальной жидкости. Теплопроводность в неподвижной жидкости. Точечный источник тепла. Теплопроводность в неограниченной жидкости и при наличии плоских границ. Примеры стационарных течений реальной жидкости с теплопередачей: течение Пуазейля, течение Куэтта.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Теплопередача в пограничном слое, термический пограничный слой, метод интегральных соотношений.** Теплопередача в пограничном слое, термический пограничный слой, метод интегральных соотношений. Закон подобия для теплопередачи в реальной жидкости. Моделирование теплопередачи в потоке реальной жидкости. Критерии подобия для течения с теплопередачей. Специальные задачи на теплопередачу: тепловая волна от мощного источника тепла, задача о тепловом взрыве (диаграмма Семенова, метод Франк - Каменецкого), явление гидродинамического взрыва.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	**Теплопередача в турбулентном потоке.** Теплопередача в турбулентном потоке. Конвективная турбулентная струя от нагретого тела в жидкости. Теплопередача в турбулентной струе. Движение многокомпонентных гомогенных смесей. Диффузия в потоке жидкости. Уравнения переноса в смесевых потоках. Уравнение диффузии. Законы Фика.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	**Диффузионный точечный источник.** Диффузионный точечный источник. Коррекция уравнения теплопередачи для смесевых потоков. Турбулентная диффузия.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	**Введение в динамику многофазных многоскоростных**	Всего аудиторных часов		

	сред Введение в динамику многофазных многоскоростных сред (феноменологическая модель). Дисперсные многоскоростные смеси, допущения модели. Уравнения сохранения для составляющих фаз и смеси.	2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	**Межфазный обмен импульсом и энергией** Межфазный обмен импульсом и энергией. Пространственное осреднение в механике гетерогенных смесей. Уравнения макродвижений смеси. Осреднение по фазам и межфазным поверхностям. Осредненные уравнения сохранения.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	**Полное наименование**
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	**Темы занятий / Содержание**
	5 Семестр
1 - 5	**Акустические задачи гидродинамики** Акустические задачи гидродинамики
6 - 10	**Задачи на определение параметров ударных волн в газовых средах** Задачи на определение параметров ударных волн в газовых средах
11 - 13	**Определение параметров детонационной волны в газовых средах** Определение параметров детонационной волны в газовых средах
14 - 15	**Определение параметров детонационных волн в конденсированных средах** Определение параметров детонационных волн в конденсированных средах

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций – во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	**Индикаторы освоения**	**Аттестационное мероприятие (КП 1)**
ПК-10	З-ПК-10	З, Т-8, Зд-16
	У-ПК-10	З, Т-8, Зд-16
	В-ПК-10	З, Т-8, Зд-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	**Оценка по 4-х балльной шкале**	**Отметка о зачете**	**Оценка ECTS**
90-100	5 – *«отлично»*	*«зачтено»*	A
85-89	4 – «*хорошо*»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «*удовлетворительно*»		
60-64			E
ниже 60	2 – «*неудовлетворительно*»	*«не зачтено»*	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ О-19 Waves and Compressible Flow : , Ockendon, Hilary. , Ockendon, John R. , New York, NY: Springer New York, 2016

2. ЭИ В 93 Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости : , Коперник Г. Р., Высоцкий Л. И., Высоцкий И. С., Санкт-Петербург: Лань, 2022

3. ЭИ К 88 Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях : учебное пособие, Кудинов В. А. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2022

4. 53 Л22 Теоретическая физика Т.5 Статистическая физика.Ч.1, Ландау Л.Д., Москва: Физматлит, 2013

5. ЭИ П64 Элементы гидродинамики : учебное пособие для вузов, Федоров В.Ф., Потанин Е.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К27 Hydrodynamics of Explosion : Experiments and Models, Kedrinskii, Valery K. , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2005

2. 532 Г34 Гидродинамика и теплообмен МГД-течений в каналах : , Свиридов В.Г., Генин Л.Г., М.: МЭИ, 2001

3. 532 Л93 Сборник задач по гидродинамике : Учеб. пособие, Любимов А.В., М.: МИФИ, 1984

4. 53 Л22 Теоретическая физика Т.6 Гидродинамика, Ландау Л.Д., Москва: Физматлит, 2006

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Методические указания студентам очной формы обучения представлены в виде:

• методических рекомендаций при работе над конспектом лекций во время проведения лекции;

• методических рекомендаций по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к семинарским занятиям;

• методических рекомендаций по изучению рекомендованной литературы.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью.

Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студентам рекомендуется получить в Библиотечно-информационном центре университета учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.

В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Для обеспечения единообразного подхода и объективности в оценке знаний студентов разработан и утвержден на заседании кафедры Фонд оценочных средств (ФОС), где отражены критерии оценки всех видов текущего контроля, рубежного контроля и промежуточной

аттестации. ФОС доступен преподавателям и студентам для ознакомления с методикой формирования результирующей оценки по дисциплине.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций и семинаров, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашнего задания, повторения ранее пройденного материала. Необходим своевременный текущий контроль усвоения метариала.

Автор(ы):

Сумской Сергей Иванович, к.т.н.