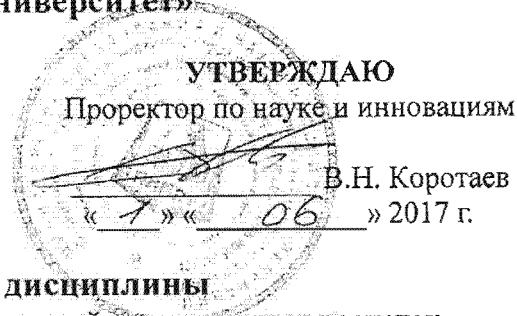




Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



**Рабочая программа дисциплины
«Применение суперкомпьютерных вычислений в инженерных расчетах
и научных исследованиях»**

- Направления подготовки**
- 01.06.01 Математика и механика
 - 04.06.01 Химические науки
 - 05.06.01 Науки о Земле
 - 08.06.01 Техника и технологии строительства
 - 09.06.01 Информатика и вычислительная техника
 - 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии
 - 13.06.01 Электро- и теплотехника
 - 15.06.01 Машиностроение
 - 16.06.01 Физико-технические науки и технологии
 - 18.06.01 Химическая технология
 - 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии
 - 20.06.01 Техносферная безопасность
 - 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
 - 22.06.01 Технологии материалов
 - 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта
 - 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника
 - 27.06.01 Управление в технических системах
 - 38.06.01 Экономика
 - 39.06.01 Социологические науки
 - 41.06.01 Политические науки и регионоведение
 - 44.06.01 Образование и педагогические науки
 - 45.06.01 Языкознание и литературоведение
 - 47.06.01 Философия, этика и религиоведение

Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля с указанием семестра:

Экзамен: - Зачёт: 3

Пермь 2017 г.

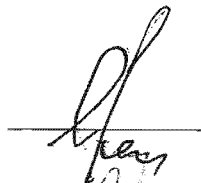
Рабочая программа дисциплины «**Применение суперкомпьютерных вычислений в инженерных расчетах и научных исследованиях**» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 866 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 869 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 870 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 873 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 877 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 878 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 882 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 16.06.01 Физико-технические науки и технологии;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 883 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 884 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 885 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 20.06.01 Техносферная безопасность;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 886 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 888 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 889 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 890 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 892 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах;

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 898 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 38.06.01 Экономика;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 899 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 39.06.01 Социологические науки;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 900 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 41.06.01 Политические науки и регионоведение;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 902 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 44.06.01 Образование и педагогические науки;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 903 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 45.06.01 Языкознание и литературоведение;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 905 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 47.06.01 Философия, этика и религиоведение;

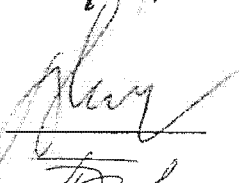
Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры «Механика композиционных материалов и конструкций» (МКМК). Протокол от «17» Июль 2017 г. № 15.

Зав. кафедрой МКМК
д-р техн. наук, проф.



А.Н. Аношкин

Разработчики
д-р техн. наук, проф. кафедры МКМК



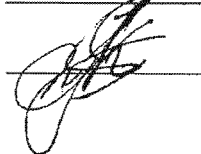
В.Я. Модорский

канд техн. наук, доц. кафедры МКМК



А.В. Бабушкина

ст. преподаватель кафедры РКТЭС



А.Ф. Шмаков

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УПКВК
канд. физ.-мат. наук



Л.А. Свисткова

Перечень программ аспирантуры

01.06.01	Математика и механика, профиль «Функционально-дифференциальные уравнения»
01.06.01	Математика и механика, профиль «Механика деформирования и разрушения твердых тел»
01.06.01	Математика и механика, профиль «Механика деформируемого твердого тела»
01.06.01	Математика и механика, профиль «Технологическая механика полимерных жидкостей»
01.06.01	Математика и механика, профиль «Механика жидкости, газа и плазмы»
01.06.01	Математика и механика, профиль «Биомеханика»
04.06.01	Химические науки, профиль «Гетерогенные реакции»
04.06.01	Химические науки, профиль «Физическая химия»
05.06.01	Науки о Земле, профиль «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений»
05.06.01	Науки о Земле, профиль «Горнопромышленная и нефтепромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»
05.06.01	Науки о Земле, профиль «Геоэкология в строительстве и ЖКХ»
08.06.01	Техника и технологии строительства, профиль «Строительные конструкции, здания и сооружения»
08.06.01	Техника и технологии строительства, профиль «Основания и фундаменты, подземные сооружения»
08.06.01	Техника и технологии строительства, профиль «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов»
08.06.01	Техника и технологии строительства, профиль «Строительные материалы и изделия»
08.06.01	Техника и технологии строительства, профиль «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей»
08.06.01	Техника и технологии строительства, профиль «Строительная механика»
08.06.01	Техника и технологии строительства, профиль «Экология и проектирование городской среды»
09.06.01	Информатика и вычислительная техника, профиль «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»
09.06.01	Информатика и вычислительная техника, профиль «Автоматизированные системы обработки информации и управления производственными процессами»
09.06.01	Информатика и вычислительная техника, профиль «Управление в социальных и экономических системах»
09.06.01	Информатика и вычислительная техника, профиль «Математическое моделирование и управление физико-механическими процессами»
09.06.01	Информатика и вычислительная техника, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»
12.06.01	Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии, профиль «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»
13.06.01	Электро – и теплотехника, профиль «Электромеханические преобразователи энергии»
13.06.01	Электро – и теплотехника, профиль «Электротехнические комплексы и системы»
15.06.01	Машиностроение, профиль «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»
15.06.01	Машиностроение, профиль «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств»
15.06.01	Машиностроение, профиль «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие»
15.06.01	Машиностроение, профиль «Сварка, родственные процессы и технологии»
15.06.01	Машиностроение, профиль «Машины, агрегаты и процессы в энергетическом машиностроении»
15.06.01	Машиностроение, профиль «Машины, агрегаты и процессы в нефтегазодобывающей отрасли»
15.06.01	Машиностроение, профиль «Строительные и дорожные машины и комплексы»
15.06.01	Машиностроение, профиль «Горные машины»
16.06.01	Физико-технические науки и технологии, профиль «Авиационная акустика»
18.06.01	Химическая технология, профиль «Биотехнология»
18.06.01	Химическая технология, профиль «Технология неорганических веществ»
18.06.01	Химическая технология, профиль «Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив»
18.06.01	Химическая технология, профиль «Химическая технология нефтегазопереработки и нефтехимического синтеза»
18.06.01	Химическая технология, профиль «Процессы и аппараты химических технологий»
18.06.01	Химическая технология, профиль «Экологически безопасные технологии в комплексной переработке древесного сырья»
19.06.01	Промышленная экология и биотехнологии, профиль «Экология в строительстве и ЖКХ»
19.06.01	Промышленная экология и биотехнологии, профиль «Экология в химии и нефтехимии»
20.06.01	Техносферная безопасность, профиль «Охрана труда»
20.06.01	Техносферная безопасность, профиль «Пожарная и промышленная безопасность»
20.06.01	Техносферная безопасность, профиль «Пожарная и промышленная безопасность»
21.06.01	Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, профиль «Технология бурения и освоения

скважин»
21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, профиль «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»
21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, профиль «Геомеханика, разрушение пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»
22.06.01 Технологии материалов, профиль «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»
22.06.01 Технологии материалов, профиль «Литейное производство»
22.06.01 Технологии материалов, профиль «Порошковая металлургия и композиционные материалы»
22.06.01 Технологии материалов, профиль «Объемная и поверхностная обработка металлов и сплавов»
22.06.01 Технологии материалов, профиль «Материаловедение и технологии композиционных материалов»
22.06.01 Технологии материалов, профиль «Материаловедение в металлургии»
23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта, профиль «Эксплуатация автомобильного транспорта»
24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника, профиль «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»
24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника, профиль «Технология машиностроения»
27.06.01 Управление в технических системах, профиль «Стандартизация и управление качеством»
27.06.01 Управление в технических системах, профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»
38.06.01 Экономика, профиль «Экономика и управление народным хозяйством»
38.06.01 Экономика, профиль «Математические методы анализа экономики»
39.06.01 Социологические науки, профиль «Социальная структура, социальные институты и процессы»
41.06.01 Политические науки и регионоведение, профиль «Политические институты, процессы и технологии»
44.06.01 Образование и педагогические науки, профиль «Теория и методика обучения и воспитания (иностраные языки, уровень высшего образования)»
44.06.01 Образование и педагогические науки, профиль «Теория и методика профессионального образования (лингвистика и перевод)»
44.06.01 Образование и педагогические науки, профиль «Теория и методика профессионального образования (Техносферная безопасность и формирование культуры безопасности жизнедеятельности)»
45.06.01 Языкознание и литературоведение, профиль «Теория языка»
45.06.01 Языкознание и литературоведение, профиль «Теория языка»
47.06.01 Философия, этика и религиоведение, профиль «Онтология и теория познания»
47.06.01 Философия, этика и религиоведение, профиль «Социальная философия»
47.06.01 Философия, этика и религиоведение, профиль «Философская антропология, философия культуры»

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – обеспечение базы инженерной подготовки аспиранта, теоретическая и практическая подготовка в области современных систем автоматизированного проектирования, изучение нелинейных моделей физических процессов, развитие инженерного мышления, приобретение навыков решения прикладных задач в области численного моделирования процессов с применением CAD, CAM, CAE-модулей.

В процессе изучения данной дисциплины студент формирует части следующих универсальных и профессиональных компетенций по направлениям подготовки ВО:

Таблица 1.1 – Заданные ФГОС ВО компетенции по направлениям подготовки

№ п/п	Направления подготовки		Компетенции, приведенные в ФГОС ВО по направлениям подготовки	
	код	наименование	код	формулировка
1	01.06.01	Математика и механика	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
2	04.06.01	Химические науки	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
3	05.06.01	Науки о Земле	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
4	08.06.01	Техника и технологии строительства	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

			ОПК-2	владением культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
5	09.06.01	Информатика и вычислительная техника	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-2	владением культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий
6	12.06.01	Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-3	владением методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере
7	13.06.01	Электро- и теплотехника	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-2	владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
8	15.06.01	Машиностроение	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-2	способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники
9	16.06.01	Физико-технические науки и технологии	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-3	способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств

10	18.06.01	Химические технологии	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-2	владением культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
11	19.06.01	Промышленная экология и биотехнологии	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-1	способностью и готовностью к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований
12	20.06.01	Техносферная безопасность	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-2	владением культурой научного исследования человекообразных систем на основе использования принципов синергетики и трансдисциплинарных технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий и геоинформационных систем
13	21.06.01	Геология, разведка и разработка полезных ископаемых	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-1	способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты
14	22.06.01	Технологии материалов	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-6	способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий
15	23.06.01	Техника и технологии наземного транспорта	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-2	владением культурой научного исследования в сфере техники и технологий наземного транспорта, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий

16	24.06.01	Авиационная и ракетно-космическая техника	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
			ОПК-2	владением культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
17	27.06.01	Управление в технических системах	ОПК-4	способностью профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций, информационно аналитических материалов и презентаций
			УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
18	38.06.01	Экономика	ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
			УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
19	39.06.01	Социологические науки	ОПК-3	способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования и к их развитию, к совершенствованию информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности
			УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
20	41.06.01	Политические науки и регионоведение	ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
			УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
21	44.06.01	Образование и педагогические науки	ОПК-2	владением культурой научного исследования в области педагогических наук, в том числе с использованием информационных и коммуникационных технологий

			УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
22	45.06.01	Языкознание и литературоведение	ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
			УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
23	47.06.01	Философия, этика и религиоведение	ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
			УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Для формирования у аспирантов компетенций (табл. 1.1), определяемых ФГОС ВО по направлениям подготовки, сформулированы унифицированные компетенции дисциплины УК-1, УК-2.

Унифицированная компетенция УиК-1 (универсальная): способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Унифицированная компетенция УиК-2 (профессиональная): способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных систем автоматизированного проектирования (САД, САМ, САЕ-модулей).

Таблица 1.2 демонстрирует соответствие компетенций, приведенных в ФГОС ВО по направлениям подготовки, и сформулированных выше унифицированных компетенций дисциплины.

Таблица 1.2 – Соответствие компетенций, приведенных в ФГОС ВО по направлениям подготовки, унифицированным компетенциям дисциплины

№ п/п	Направления подготовки		Соответствие унифицированных компетенций и базовых компетенций ФГОС ВО	
	Код	Наименование	УиК-1	УиК-2
1	2	3	4	5
1.	01.06.01	Математика и механика	УК-1	ОПК-1
2.	04.06.01	Химические науки	УК-1	ОПК-1
3.	05.06.01	Науки о Земле	УК-1	ОПК-1
4.	08.06.01	Техника и технологии строительства	УК-1	ОПК-2
5.	09.06.01	Информатика и вычислительная техника	УК-1	ОПК-2
6.	12.06.01	Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии	УК-1	ОПК-3
7.	13.06.01	Электро- и теплотехника	УК-1	ОПК-2
8.	15.06.01	Машиностроение	УК-1	ОПК-2
9.	16.06.01	Физико-технические науки и технологии	УК-1	ОПК-3
10.	18.06.01	Химические технологии	УК-1	ОПК-2

11.	19.06.01	Промышленная экология и биотехнологии	УК-1	ОПК-1
12.	20.06.01	Техносферная безопасность	УК-1 ОПК-2	
13.	21.06.01	Геология, разведка и разработка полезных ископаемых	УК-1	ОПК-1
14.	22.06.01	Технологии материалов	УК-1	ОПК-6
15.	23.06.01	Техника и технологии наземного транспорта	УК-1	ОПК-2
16.	24.06.01	Авиационная и ракетно-космическая техника	УК-1	ОПК-2
17.	Управление в технических системах	УК-1	ОПК-4	
18.	38.06.01	Экономика	УК-1	ОПК-1
19.	39.06.01	Социологические науки	УК-1	ОПК-3
20.	41.06.01	Политические науки и регионоведение	УК-1	ОПК-1
21.	44.06.01	Образование и педагогические науки	УК-1	ОПК-2
22.	45.06.01	Языкознание и литературоведение	УК-1	ОПК-1
23.	47.06.01	Философия, этика и религиоведение	УК-1	ОПК-1

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• *формирование знаний*

- об основах газовой динамики и механики деформированного твердого тела;
- об физических и математических основах численных методов (метод конечных объемов, метод конечных разностей, метод крупных частиц);
- об основных видах инженерного анализа с применением CAD, CAM, CAE-модулей;
- в области реализации технологий высокопроизводительных вычислений с применением кластерных систем и суперкомпьютеров;
- об общих принципах решения исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

• *формирование умений*

- по разработке функциональной структуры проведения вычислительного эксперимента и твердотельной и сеточной моделей изделий и элементов технологического оборудования;
- по проведению анализа нелинейных процессов на основе решения модельных задач для оценки напряжённо-деформированного состояния изделий и элементов технологического оборудования и оценки газогидродинамических процессов в них;
- по решению прикладных исследовательских задач с применением высокопроизводительных вычислительных систем и современных систем инженерного анализа (CAD, CAM, CAE-модулей);

• *формирование навыков*

- по подготовке и проведению вычислительных экспериментов с применением высокопроизводительных вычислительных технологий и современных систем инженерного анализа (CAD, CAM, CAE-модулей);
- постановки и решения модельных нелинейных задач газовой динамики и механики деформируемого твердого тела;
- проведения оценки полученных результатов при реализации научно-исследовательской деятельности;
- написания и оформления научно-технических отчетов, обзоров и публикаций.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- CAD, CAM, CAE-модули;
- модельные задачи газовой динамики;
- модельные задачи механики деформируемого твердого тела;
- высокопроизводительные вычислительные системы.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.1.1 «Применение суперкомпьютерных вычислений в инженерных расчетах и научных исследованиях» является обязательной дисциплиной по выбору вариативной части цикла учебного плана.

Для формирования заявленных компетенций предшествующими дисциплинами являются специальные дисциплины по соответствующим направлениям бакалавриата. Дисциплина может использоваться при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности, при прохождении научно-исследовательской практики и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- основы газовой динамики и механики деформированного твердого тела;
- физические и математические основы численных методов (метод конечных объемов, метод конечных разностей, метод крупных частей);
- виды инженерного анализа с применением CAD, CAM, CAE-модулей;
- основные технологии высокопроизводительных вычислений, особенности применения кластерных систем и суперкомпьютеров;
- общие принципы решения исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

Уметь:

- разрабатывать функциональную структуру проведения вычислительного эксперимента и твердотельную и сеточную модели изделий и элементов технологического оборудования;
- проводить анализ нелинейных процессов на основе решения модельных задач для оценки напряжённо-деформированного состояния изделий и элементов технологического оборудования и оценки газогидродинамических процессов в них;
- решать прикладные исследовательские задачи с применением высокопроизводительных вычислительных систем и современных систем инженерного анализа (CAD, CAM, CAE-модулей);

Владеть:

- навыками по подготовке и проведению вычислительных экспериментов с применением высокопроизводительных вычислительных технологий и современных систем инженерного анализа (CAD, CAM, CAE-модулей);
- навыками постановки и решения модельных нелинейных задач газовой динамики и механики деформируемого твердого тела;
- навыками проведения оценки полученных результатов при реализации научно-исследовательской деятельности;
- навыками написания и оформления научно-технических отчетов, обзоров и публикаций.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции УиК-1

Код УиК-1	Формулировка компетенции
Б1.В.ДВ.1.1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - общие принципы решения исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; - виды инженерного анализа с применением CAD, CAM, CAE-	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Практические задания.</i>

модулей:		
Уметь: - разрабатывать функциональную структуру проведения вычислительного эксперимента;	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Практические задания. Индивидуальное задание.</i>
Владеть: - навыками написания и оформления научно-технических отчетов, обзоров и публикаций.	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Индивидуальное задание.</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции УиК-2

Код УиК-2 Б1.В.ДВ.1.1	Формулировка компетенции способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных систем автоматизированного проектирования (САД, САМ, САЕ-модулей).
------------------------------------	---

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: - основы газовой динамики и механики деформированного твердого тела; - физические и математические основы численных методов (метод конечных объемов, метод конечных разностей, метод крупных частиц); - основные технологии высокопроизводительных вычислений, особенности применения кластерных систем и суперкомпьютеров;	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Практические задания.</i>
Уметь: - разрабатывать твердотельную и сеточную модели изделий и элементов технологического оборудования; - проводить анализ нелинейных процессов на основе решения модельных задач для оценки напряженно-деформированного состояния изделий и элементов технологического оборудования и оценки газогидродинамических процессов в них; - решать прикладные исследовательские задачи с применением высокопроизводительных вычислительных систем и современных систем инженерного анализа (САД, САМ, САЕ-модулей);	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Практические задания. Индивидуальное задание.</i>
Владеть: - навыками по подготовке и проведению вычислительных экспериментов с применением	<i>Практические занятия. Самостоятельная</i>	<i>Собеседование. Практические задания.</i>

<p>высокопроизводительных вычислительных технологий и современных систем инженерного анализа (CAD, CAM, CAE-модулей);</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками постановки и решения модельных нелинейных задач газовой динамики и механики деформируемого твердого тела; - навыками проведения оценки полученных результатов при реализации научно-исследовательской деятельности; 	<p><i>работа аспирантов.</i></p>	<p><i>Индивидуальное задание.</i></p>
---	----------------------------------	---------------------------------------

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 3.1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч.
		3 семестр
1.	Аудиторная работа	36
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
2.	Самостоятельная работа (СР)	72
3.	Итоговая аттестация по дисциплине:	
	Зачет	-
	Форма итогового контроля	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1

Тематический план по модулям учебной дисциплины (3 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	2		2			4	6
	2	2		2			4	6
Всего по разделу:		4		4			8	12
2	3	2		2			4	6
	4	14		12	2		28	42
Всего по разделу:		16		14	2		32	48
3	4	2		2			4	6
	5	14		12	2		28	42
Всего по разделу:		16		14	2		32	48
Промежуточная аттестация							зачет	зачет
Итого:		36	-	32	4		72	108/3

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (3 семестр)

Раздел 1. Общие принципы решения исследовательских задач и применение современных высокопроизводительных вычислительных технологий (П – 4ч., СР – 8ч.)

Тема 1. *Общие принципы решения исследовательских задач. Основы численного моделирования и вычислительный эксперимент. Физические и математические основы численных методов (метод конечных объемов, метод конечных разностей, метод крупных частиц и др.). Этапы вычислительного эксперимента от постановки задачи до анализа результатов. Виды инженерного анализа. Решение инженерных задач с применением САД, САМ, САЕ-модулей.*

Тема 2. *Высокопроизводительные вычислительные системы. Краткий обзор параллельных вычислительных систем и их классификация. Общая характеристика многопроцессорных вычислительных систем. Структура современных многопроцессорных вычислительных комплексов, организация работы кластеров, виды решаемых задач. Оценка эффективности параллельных вычислений.*

Раздел 2. Применение системы инженерного анализа при решении инженерных задач в области газогидродинамики (П – 14ч., СР – 32ч.)

Тема 3. *Типовой интерфейс и функциональные возможности системы инженерного анализа ANSYS CFX. Препроцессор. Решатель. Постпроцессор. Построение твердотельной и сеточной моделей выбранного объекта моделирования. Импорт расчетной области.*

Тема 4. *Решение типовых задач в области газогидродинамики. Постановка задачи исследования. Физическая постановка. Математическая постановка. Задание граничных условий. Задание параметров методов расчета. Проведение расчета. Просмотр результатов*

расчета в графической форме ("визуализация" результатов расчетов) и сохранение данных в файлы. Анализ результатов.

Раздел 3. Применением системы инженерного анализа при решении инженерных задач в области механики деформируемого твердого тела
(П – 14ч., СР – 32ч.)

Тема 5. *Типовой интерфейс и функциональные возможности системы инженерного анализа ANSYS Workbench.* Препроцессор. Решатель. Постпроцессор. Построение твердотельной и сеточной моделей выбранного объекта моделирования. Импорт расчетной области.

Тема 6. *Решение типовых задач в области деформируемого твердого тела.* Постановка задачи исследования. Физическая постановка. Математическая постановка. Задание граничных условий. Задание параметров методов расчета. Проведение расчета. Просмотр результатов расчета в графической форме ("визуализация" результатов расчетов) и сохранение данных в файлы. Анализ результатов.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2

Темы практических занятий (из пункта 4.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1.	1	Физические и математические основы численных методов - метод конечных объемов, метод конечных разностей, метод крупных частиц. Этапы вычислительного эксперимента.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
2.	2	Применение высокопроизводительных вычислительных систем при решении исследовательских задач.	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
3.	3	Знакомство с интерфейсом и функциональными возможностями системы инженерного анализа ANSYS CFX	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
4.	4	Решение задачи сверхзвукового обтекания крыла.	Практическое задание.	Темы практических заданий.
5.		Решение задачи смещения потоков жидкости	Практическое задание.	Темы практических заданий.
6.		Моделирование течения через пористый материал	Практическое задание.	Темы практических заданий.

7.		Решение задачи моделирования течения в турбомашинах	Практическое задание.	Темы практических заданий.
8.		Решение задачи сопряженного теплообмена в конструкции	Практическое задание.	Темы практических заданий.
9.		Решение связанной задачи – течение потока жидкости в проточном тракте конструкции и проведение последующего теплового и структурного анализа конструкции	Практическое задание.	Темы практических заданий.
10.	5	Знакомство с интерфейсом и функциональными возможностями системы инженерного анализа ANSYS Workbench	Собеседование.	Вопросы по темам / разделам дисциплины.
11.		Численный расчет напряженно-деформированного состояния конструкции кронштейна	Практическое задание.	Темы практических заданий.
12.		Основы подготовки расчетной модели в модуле DesignModeler ANSYS Workbench. Решение задачи устойчивости на примере радиоантенны	Практическое задание.	Темы практических заданий.
13.	6	Определение свойств материалов. Решение задачи теплопроводности и термоНДС конструкции	Практическое задание.	Темы практических заданий.
14.		Построение конечно-элементной сетки для проведения анализа конструкции на воздействия структурных нагрузок	Практическое задание.	Темы практических заданий.
15.		Решение кинематических задач с абсолютно твердыми телами	Практическое задание.	Темы практических заданий.
16.		Решение задач оптимизации в ANSYS Workbench. Решение контактных задач. Определение контактных пар	Практическое задание.	Темы практических заданий.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении индивидуальных заданий.

Таблица 4.3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Физические и математические основы численных методов (метод конечных объемов, метод конечных разностей).	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

		метод крупных частиц и др.)		
2	2	Оценка эффективности параллельных вычислений	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Особенности интерфейса и детальные возможности системы инженерного анализа ANSYS CFX	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Частные случаи решения инженерных задач в области газогидродинамики	Индивидуальное задание.	Темы индивидуальных заданий.
5	5	Особенности интерфейса и детальные возможности системы инженерного анализа ANSYS Workbench.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Частные случаи решения инженерных задач в области механики деформируемого твердого тела: - Определение физико-механических характеристик ортотропных материалов. - Совместная оценка напряженно-деформированного состояния сборочной единицы из абсолютно твердого и упругого тела.	Индивидуальное задание.	Темы индивидуальных заданий.
7		Виды соединений в расчетной конструкции для оценки напряженно-деформированного состояния. Использование именованных геометрических объектов для привязки граничных и начальных условий. Использование команд APDL в инженерной среде ANSYS Workbench.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Применение суперкомпьютерных вычислений в инженерных расчетах и научных исследованиях» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

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

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Применение суперкомпьютерных вычислений в инженерных расчетах и научных исследованиях» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.ДВ.1.1 «Применение суперкомпьютерных вычислений в инженерных расчетах и научных исследованиях»	БЛОК 1	
	(цикл дисциплины/блок)	
	базовая часть цикла	обязательная
	вариативная часть цикла	по выбору аспиранта

(индекс и полное название дисциплины)

01.06.01	Математика и механика
04.06.01	Химические науки
05.06.01	Науки о земле
08.06.01	Техника и технологии строительства
09.06.01	Информатика и вычислительная техника
12.06.01	Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии
13.06.01	Электро- и теплотехника
15.06.01	Машиностроение
16.06.01	Физико-технические науки и технологии
18.06.01	Химические технологии
19.06.01	Промышленная экология и биотехнологии
20.06.01	Техносферная безопасность
21.06.01	Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
22.06.01	Технологии материалов
23.06.01	Техника и технологии наземного транспорта
24.06.01	Авиационная и ракетно-космическая техника
27.06.01	Управление в технических системах
38.06.01	Экономика
39.06.01	Социологические науки
41.06.01	Политические науки и регионоведение
44.06.01	Образование и педагогические науки
45.06.01	Языкознание и литературоведение
47.06.01	Философия, этика и религиоведение

код направления / цифр научной специальности
2016

(год утверждения учебного плана)

(полные наименования направления подготовки / направленности программы)

Семестр: 3

Количество аспирантов: 30

Факультет Аэрокосмический

Кафедра «Механика композиционных материалов и конструкций»

тел. 8(342)239-12-94; mkmk@pstu.ru

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
Литература

№	Библиографическое описание <i>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)</i>	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре : местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	ANSYS CFX. Версия 13.0. Руководство пользователя [Электронный ресурс] / Ansys Inc. – 2016. – URL: http://www.ansys.com/ (дата обращения 01.01.2016).	На кафедре
2	Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство : [учебное пособие] / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М.А. Олферьева. - Москва: Либроком, 2015.	6
3	Шингель Л.П. Системы автоматизированного проектирования. Решение задач прочностного анализа с использованием пакета программ ANSYS 12.1 : учебно-методическое пособие / Л. П. Шингель. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	25 + ЭБ ПНИПУ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Басов К. А. ANSYS для конструкторов. — М.: ДМК Пресс, 2009. — С. 248.	5
2	Котов А. Г. САПР изделий из композиционных материалов. Моделирование процессов деформирования и разрушения в среде ANSYS : учебное пособие / А. Г. Котов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2008.	150 + ЭБ ПНИПУ
2.2 Периодические издания		
1	«ANSYS Advantage» [Электронный ресурс]. — Москва, 2014. — URL: http://www.ansyssolutions.ru/ (дата обращения 01.01.2016)	
2	«САПР и графика» [Электронный ресурс]. — КомпьютерПресс, 2016. — URL: http://www.sapr.ru/ (дата обращения 01.01.2016).	
2.3 Нормативно-технические издания		
	-	
2.4 Официальные издания		
	-	

Основные данные об обеспеченности на _____

Основная литература	<input type="checkbox"/> обеспечена	<input type="checkbox"/> не обеспечена
Дополнительная литература	<input type="checkbox"/> обеспечена	<input type="checkbox"/> не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки...

Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____

(дата контроля литературы)

Основная литература

<input type="checkbox"/>	обеспечена	<input type="checkbox"/>	не обеспечена
<input type="checkbox"/>	обеспечена	<input type="checkbox"/>	не обеспечена

Дополнительная литература

Зав. отделом комплектования научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехи. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elibr.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехи. ун-та. – Загл. с экрана.
3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на англ. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqd/global/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехи. ун-та. – Загл. с экрана.
4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехи. ун-та. – Загл. с экрана.
5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Инженерно-технический журнал «ANSYS Advantage» – <http://www.ansysadvantage.ru>
2. Инженерно-технический журнал «ANSYS Solutions. Русская редакция» – <http://www.ansyssolutions.ru>
3. Сайт компании ANSYS, Inc. – <http://www.ansys.com/>

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	КОМПАС-3D V10	К-08-1911	САD-программа для создания твердотельной геометрической модели
2	Практическое	ANSYS	444632	САD, САМ, САЕ-программа
3	Практическое	Office Professional 2013	62445253	Для оформления научно-технических отчетов, обзоров и публикаций

Начальник отдела технической поддержки

Д.Л. Климов

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра МКМК	408	60	15
2	Лаборатория	ЦВВС	116	20	-

9.2. Основное учебное оборудование

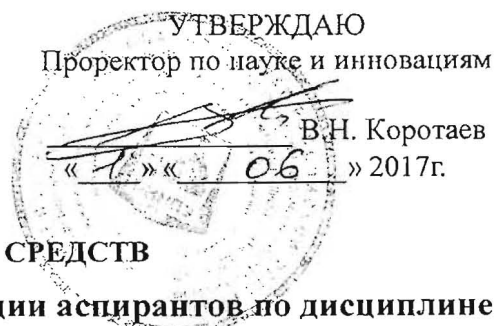
Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры: - неттон ThinkCentre M53 Tiny Desktop, клавиатура, мышь; - монитор Lenovo; - локальная компьютерная сеть 100МБ/сек	10	Оперативное управление	408 корп. Д АКФ
2	Персональные компьютеры: - неттон ThinkCentre M53 Tiny Desktop, клавиатура, мышь; - монитор Lenovo; - локальная компьютерная сеть 100МБ/сек			
3	Проектор	1	Оперативное управление	408 корп. Д АКФ
4	Интерактивная доска	1	Оперативное управление	408 корп. Д АКФ
5	Вычислительный кластер	1	Оперативное управление	116 корп. Д АКФ

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		

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



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Применение суперкомпьютерных вычислений в инженерных расчетах
и научных исследованиях»**

Направления подготовки	01.06.01 Математика и механика 04.06.01 Химические науки 05.06.01 Науки о Земле 08.06.01 Техника и технологии строительства 09.06.01 Информатика и вычислительная техника 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии 13.06.01 Электро- и теплотехника 15.06.01 Машиностроение 16.06.01 Физико-технические науки и технологии 18.06.01 Химическая технология 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии 20.06.01 Техносферная безопасность 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых 22.06.01 Технологии материалов 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника 27.06.01 Управление в технических системах 38.06.01 Экономика 39.06.01 Социологические науки 41.06.01 Политические науки и регионоведение 44.06.01 Образование и педагогические науки 45.06.01 Языкознание и литературоведение 47.06.01 Философия, этика и религиоведение
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 3

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Применение суперкомпьютерных вычислений в инженерных расчетах и научных исследованиях» разработан на основании следующих нормативных документов:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 866 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 869 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 870 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 873 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 877 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 12.06.01 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 878 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 881 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 882 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 16.06.01 Физико-технические науки и технологии;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 883 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 18.06.01 Химическая технология;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 884 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 885 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 20.06.01 Техносферная безопасность;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 886 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 888 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 889 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 23.06.01 Техника и технологии наземного транспорта;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 890 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 892 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 898 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 38.06.01 Экономика;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 899 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 39.06.01 Социологические науки;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 900 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 41.06.01 Политические науки и регионоведение;

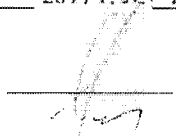
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 902 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 44.06.01 Образование и педагогические науки;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 903 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 45.06.01 Языкознание и литературоведение;


Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 905 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 47.06.01 Философия, этика и религиоведение;

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры «Механика композиционных материалов и конструкций» (МКМК). Протокол от «14» июля 2017 г. № 15.


Зав. кафедрой МКМК
д-р техн. наук, проф.


А.Н. Аношкин

Разработчики
д-р техн. наук, проф. кафедры МКМК


В.Я. Модорский

канд техн. наук, доц. кафедры МКМК



А.В. Бабушкина

ст. преподаватель кафедры РКТЭС


А.Ф. Шмаков

СОГЛАСОВАНО:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации


Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.Д3.1.1 «Применение суперкомпьютерных вычислений в инженерных расчетах и научных исследованиях» участвует в формировании следующих унифицированных компетенций:

-способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УиК-1);

-способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных систем автоматизированного проектирования (CAD, CAM, CAE-модулей) (УиК-1).

1.2. Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3 семестр). В семестре предусмотрены аудиторские занятия - практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля	
	3 семестр	
	Текущий	Зачёт
Освоенные знания		
3.1 общие принципы решения исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	С	ТВ
3.2 виды инженерного анализа с применением CAD, CAM, CAE-модулей	С	ТВ
3.3 основы газовой динамики и механики деформированного твердого тела	С	ТВ
3.4 физические и математические основы численных методов (метод конечных объемов, метод конечных разностей, метод крупных частиц)	С	ТВ
3.5 основные технологии высокопроизводительных вычислений, особенности применения кластерных систем и суперкомпьютеров	С	ТВ
Освоенные умения		
У.1 разрабатывать функциональную структуру проведения вычислительного эксперимента	ОТЗ	ПЗ
У.2 разрабатывать твердотельную и сеточную модели изделий и элементов технологического оборудования;	ОТЗ	ПЗ

У.3 проводить анализ нелинейных процессов на основе решения модельных задач для оценки напряжённо-деформированного состояния изделий и элементов технологического оборудования и оценки гидрогазодинамических процессов в них	ОТЗ	ПЗ
У. 4 решать прикладные исследовательские задачи с применением высокопроизводительных вычислительных систем и современных систем инженерного анализа (САД, САМ, САЕ-модулей)	ОТЗ	ПЗ
Приобретенные владения		
В.1 навыками написания и оформления научно-технических отчетов, обзоров и публикаций	ОТЗ	ПЗ
В.2 навыками по подготовке и проведению вычислительных экспериментов с применением высокопроизводительных вычислительных технологий и современных систем инженерного анализа (САД, САМ, САЕ-модулей)	ОТЗ	ПЗ
В.3 навыками постановки и решения модельных нелинейных задач газовой динамики и механики деформируемого твердого тела	ОТЗ	ПЗ
В.4 навыками проведения оценки полученных результатов при реализации научно-исследовательской деятельности	ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (3 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
Незачтено	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (3 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровнем сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

• Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответы на большинство дополнительных вопросов правильно.
	Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Незачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
	При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Оценочный лист уровня сформированности
дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1. Типовые творческие задания

1. Численное моделирование турбулентного течения жидкости и теплопередачи в отдельных блоках в системе трубопроводов энергетических установок.
2. Численное моделирование периодических течений и теплопередачи с конвективным теплопереносом в теплообменнике.
3. Численное моделирование эффекта кавитации при обтекании профиля гидрокрыла самолета.
4. Численное моделирование турбулентного течения в секции центробежного насоса с учетом сложной вращающейся системы отсчёта.
5. Численное моделирование многофазного течения в смесителе.
6. Решение задачи сопряженного теплообмена в конструкции смесителя.
7. Решение связанной задачи - течение потока жидкости в проточном тракте и оценка НДС конструкции.
8. Численное моделирование течения через пористый материал.
9. Численное моделирование распространения волны с применением модели свободной поверхности.
10. Численное моделирование реагирующих потоков в реакторе с использованием многокомпонентной жидкости
11. Численное моделирование распределения дисперсных пузырьков воздуха в воде в вертикальной колонне
12. Численное моделирование течения воздуха в вентиляционной системе в промышленном помещении.
13. Определение свойств материалов. Решение задачи теплопроводности в конструкции.
14. Определение свойств материалов. Решение задачи термоНДС конструкции.
15. Построение конечно-элементной сетки для проведения анализа конструкции на воздействия структурных нагрузок.
16. Решение кинематических задач с абсолютно твердыми телами.
17. Совместная оценка напряженно-деформированного состояния сборочной единицы из абсолютно твердого и упругого тела.
18. Использование именованных геометрических объектов для привязки граничных и начальных условий.
19. Использование команд APDL в инженерной среде ANSYS Workbench.

4.2. Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине

1. Вычислительный эксперимент. Этапы проведения вычислительного эксперимента.
2. Достоинства и недостатки вычислительного эксперимента в сравнении с физическим экспериментом.
3. Численные методы конечных элементов, конечных объемов, конечных разностей.
4. Основные понятия вычислительной гидрогазодинамики. Система дифференциальных уравнений газовой динамики (законы сохранения массы, импульса, энергии).
5. Краткий обзор параллельных вычислительных систем и их классификация.
6. Общая характеристика многопроцессорных вычислительных систем.
7. Структура современных многопроцессорных вычислительных комплексов, организация работы кластеров, виды решаемых задач.
8. Оценка эффективности параллельных вычислений.

91. Виды инженерного анализа. Решение инженерных задач с применением CAD, CAM, CAE-модулей. Особенности выбора систем инженерного анализа.
10. Область применения системы инженерного анализа ANSYS Workbench - ANSYS CFX, ANSYS Mechanical. Типовой интерфейс и функциональные возможности.
11. Особенности настройки Препроцессора ANSYS CFX, ANSYS Mechanical.
12. Особенности настройки Солвера (Решателя) ANSYS CFX, ANSYS Mechanical.
13. Особенности настройки Постпроцессора ANSYS CFX, ANSYS Mechanical.
14. Задачи построения твердотельной и сеточной моделей выбранного объекта моделирования. Импорт расчетной области.
15. Этапы проведения вычислительного эксперимента на примере решения инженерной задачи с применением компьютерных технологий. Постановка задачи исследования. Физическая постановка. Математическая постановка. Задание граничных условий. Задание параметров методов расчета. Проведение расчета. Просмотр результатов расчета в графической форме ("визуализация" результатов расчетов) и сохранение данных в файлы. Анализ результатов.

4.3. Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине

1. Разработать функциональную структуру проведения вычислительного эксперимента (по тематике исследования аспиранта).
2. Создать твердотельную и сеточную модели изделия и элементов технологического оборудования (по тематике исследования аспиранта).
3. Представить алгоритм решения модельных задач о движении поршня, о распаде произвольного разрыва, об отражении ударной волны от жесткой стенки.
4. Представить алгоритм решения модельных задач об ударе по торцу жесткозащемленного стержня, о симметричном ударе по торцам стержня.
5. Провести анализ эффективности параллельных вычислений на примере модельной задачи исследования.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на выпускающих кафедрах.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Направление

Программа

Кафедра

Механика композиционных материалов и
конструкций

Дисциплина

**«Применение суперкомпьютерных
вычислений в инженерных расчетах
и научных исследованиях»**

БИЛЕТ № 1

1. Структура современных многопроцессорных вычислительных комплексов, организация работы кластеров, виды решаемых задач.
2. Разработать функциональную структуру проведения вычислительного эксперимента (по тематике исследования аспиранта).
3. Представить алгоритм решения модельных задач об ударе по торцу жесткозакрепленного стержня.

Составитель

_____ (подпись)

В.Я. Модорский

Руководитель программы

_____ (подпись)

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		