

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики  
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.12 «Векторный и тензорный анализ»**

**для подготовки специалистов**

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность/специализация: "Ядерные реакторы"  
(наименование профиля, программы магистратуры, направленности/специализации)

Форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2018

Выпускающая кафедра: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 72/2  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: Зачет  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): Хохлов В.Н., к.т.н.  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2018 год

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа дисциплины: “Векторный и тензорный анализ” разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/специальности 14.05.01 “Ядерные реакторы и материалы”, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 03.09.2015 г. № 956 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 19 апреля 2018 г. № 8

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы,  
протокол от 20 февраля 2018 года № 4 \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой *профессор, д.т.н. Андреев В.В.* \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа  
протокол от 28 февраля 2018 года № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № \_\_\_\_\_

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	5
4. Структура и содержание дисциплины .....	10
5. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины.....	13
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	17
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	18
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	19
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	20
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	22
Лист актуализации рабочей программы .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Рецензия .....	23

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины является:** приобретение студентами знания основ векторного анализа, операций в криволинейных системах координат, скалярных, векторных, тензорных полей, основ теории поля, ковариантного дифференцирования.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** сформировать общее представление о теории векторного анализа и операций в системах криволинейных координат; научить студента умению использовать теоретические положения, применять компьютер с прикладными программными средствами для решения научно-технических задач в области физики ядерных реакторов; изучить основные аспекты ведения научных исследований современными методами.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.12 «Векторный и тензорный анализ» включена в перечень дисциплин базовой части, формируемой участниками образовательных отношений, определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Изучение дисциплины осуществляется на 2-ом курсе в 3-ом семестре. Дисциплина «Векторный и тензорный анализ» участвует в формировании компетенций ОК-1, ПСК-1.17.

Студенты в процессе изучения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» получают необходимые навыки работы с прикладными программными средствами для решения научно-технических задач в области физики ядерных реакторов, а также изучают основные аспекты ведения научных исследований современными методами.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Все это является основой для дальнейшей подготовки студента как высококвалифицированного специалиста в области ядерных энергетических установок, свободно владеющего современными методами научных исследований.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» у обучающегося частично формируются компетенции ОК-1, ПСК-1.17, полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

**Таблица 1 - Формирование компетенций**

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.	11 сем.
ОК-1	Аналитическая геометрия. Линейная алгебра											
	Химия											
	Математический анализ											
	Начертательная геометрия и инженерная графика											
	Обыкновенные дифференциальные уравнения											
	Культурология											
	Практика по получению первичных профессиональных навыков											
	Физика											
	Философия											
	Теория функций комплексного переменного											
	Векторный и тензорный анализ											
	Теоретическая механика											
	Прикладная физика											
	Русский язык и культура речи											
	Теория вероятностей и математическая статистика											
	Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской деятельности											
	Техническая термодинамика											
	Механика жидкости и газа											

	Атомная физика											
	Квантовая механика и статистическая физика											
	Уравнения математической физики											
	Механика											
	Теория теплообмена											
	Электротехника и электроника											
	Математические методы моделирования физических процессов											
	Ядерная физика											
	Ядерные топливные материалы											
	Социология											
	Физическое и математическое моделирование											
	Гидродинамика и теплообмен											
	Сварка											
	Подготовка и защита ВКР											
ПСК-1.17	Аналитическая геометрия. Линейная алгебра											
	Математический анализ											
	Обыкновенные дифференциальные уравнения											
	Физика											
	Теория функций комплексного переменного											
	Векторный и тензорный анализ											
	Прикладная физика											
	Теория вероятностей и математическая статистика											
	Атомная физика											
	Квантовая механика и статистическая физика											
	Уравнения математической физики											
	Математические методы моделирования физических процессов											
	Ядерная физика											
	Кинетика ядерных реакторов											
	Научно-исследовательская работа											

	Подготовка и защита ВКР											
--	----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Общекультурные, профессионально-специализированные компетенции ОК-1, ПСК-1.17 формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в планируемых результатах обучения (таблица 2).

**Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
	Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ОК-1 Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.</b>	Основные методы сбора, анализа, обработки информации	Анализировать, обобщать и воспринимать информацию, ставить цель и формулировать задачи по её достижению.	Навыками постановки цели и методов ее достижения	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов
<b>ПСК-1.17 Способность применять методы математического анализа и моделирования аналитической геометрии и линейной алгебры, теории функций комплексного переменного, теории вероятностей, векторного и тензорного анализа, численные методы в технических проектах, проводить теоретические и экспериментальные исследования в профессиональной деятельности.</b>	Основные теоретические положения векторного и тензорного анализа.	Решать в рамках профессиональной деятельности задачи, требующие знания основ векторного и тензорного анализа	Навыками расчётов с использованием основ векторного и тензорного анализ	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.7 «Контроль обеспечения ядерной, радиационной, технической, пожарной безопасности, требований охраны труда при работе со свежими отработавшим ядерным топливом в процессе» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики») и решает следующие задачи:



- Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов.
- Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.) или 72 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 38 часа, самостоятельная работа обучающихся – 34 час (таблица 3).

**Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 3 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость, ч/з.е.	72/2	72/2
1. Контактная работа:	38	38
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
Занятия лекционного типа (Л)	17	17
Занятия семинарского типа (ПЗ)	17	17
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	4	4
Консультации по дисциплине	4	4
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	34	34
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	20	20
Подготовка к практическим занятиям, решение задач	14	14
Подготовка к зачету	-	-
3. Контроль (подготовка и сдача зачета)	-	-

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

**Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	Контроль				
		Лекции	Практические занятия	Консультации по дисциплине						
ОК-1 ПСК-1.17	1. Введение. Векторная алгебра и элементы дифференциальной геометрии	1	1	-	2	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 5 - 17	Семинар - диалог	-	-
	2. Скалярные поля	2	2	-	4	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 22-37 п.2 табл. 9 РПД, стр. 12 - 30	Семинар - диалог	-	-
	3. Векторные поля	2	2	-	4	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 40 - 56 п.2 табл. 9 РПД, стр. 161-183	Семинар - диалог	-	-
	4. Специальные виды полей	2	2	-	4	-	п.2 табл. 9 РПД, стр. 271 - 283	Работа в малых группах	-	-
	5. Криволинейные системы координат	2	2	-	4	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 200 - 213	Семинар - диалог	-	-
	6. Дифференциальные операции в криволинейных координатах	2	2	-	5	-	п.3 табл. 9 РПД, стр. 112 - 136	Работа в малых группах	-	-
	7. Тензорная алгебра	3	3	-	5	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 311 – 334 п.3 табл. 9 РПД, стр. 245 - 261	Семинар - диалог	-	-

	8. Появление некоторых тензоров в механике деформируемого твердого тела и в гидромеханике	3	3	4	6	-	-	Семинар-диалог	-	-
<b>ИТОГО:</b>		17	17	4	34	-				

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 5 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	Практических занятий	
1	1	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Введение. Векторная алгебра и элементы дифференциальной геометрии»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вектор, векторная функция.</li> <li>2. Дифференцирование векторных функций.</li> </ol>
2	2	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Скалярные поля»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхность и градиент,</li> <li>2. Оператор Гамильтона,</li> <li>3. Скорость изменения скалярного поля,</li> <li>4. Направление вектора градиента скалярного поля,</li> <li>5. Сумма и произведение скалярных функций.</li> </ol>
2	2	Список контрольных вопросов по теме «Векторные поля»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поток векторного поля,</li> <li>2. Формула Остроградского связь поверхностного и объемного интегралов.</li> <li>3. Ротор, циркуляция.</li> <li>4. Теорема Стокса.</li> <li>5. Скалярные, векторные и диадные операции с оператором Гамильтона.</li> </ol>
2	2	Список контрольных вопросов по теме «Специальные виды полей»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скалярные, потенциальные, безвихревые, соленоидальные, центральные, консервативные, лапласовы поля.</li> </ol>
2	2	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Криволинейные системы координат»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные отличия от классической системы координат. Основные положения.</li> </ol>
2	2	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Дифференциальные операции в криволинейных координатах. первого и второго рода»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дифференцирование базисных векторов.</li> <li>2. Символы Кристоффеля первого и второго рода.</li> </ol>
3	3	Список контрольных вопросов по теме «Тензорная алгебра»: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тензоры нулевого и первого ранга.</li> <li>2. Тензоры произвольного ранга и произвольной валентности.</li> </ol>
3	3	Выполнить ряд заданий по теме «Появление некоторых тензоров в механике деформируемого твердого тела и в гидромеханике»: <p>Задача 1: Дать определение тензора напряжений.</p> <p>Задача 2: Дать определение тензора деформаций.</p> <p>Задача 3: Дать определение тензора скоростей деформаций.</p> <p>Задача 4: Дать определение понятия шаровой и девиаторной частей тензоров.</p>

Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
-------	---

1	Векторная алгебра и элементы дифференциальной геометрии
2	Вектор, векторная функция. Дифференцирование векторных функций.
3	Скалярные поля
4	Оператор Гамильтона, Скорость изменения скалярного поля
5	Направление вектора градиента скалярного поля,
6	Векторные поля
7	Поток векторного поля
8	Формула Остроградского связь поверхностного и объемного интегралов
9	Ротор, циркуляция
10	Теорема Стокса.
11	Специальные виды полей
12	Скалярные, потенциальные, безвихревые, соленоидальные, центральные, консервативные, лапласовы поля.
13	Криволинейные системы координат
14	Тензоры нулевого и первого ранга.
15	Тензоры произвольного ранга и произвольной валентности.
16	Тензор напряжений.
17	Тензор деформаций.
18	Понятие шаровой и девиаторной частей тензоров

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

*Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).*

В результате изучения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения общекультурной, специально-профессиональной компетенций ОК-1, ПСК-1.17. Оценивание формируемых компетенций ОК-1, ПСК-1.17 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

**Таблица 7 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний**

Код компетенции	Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ОК-1	Семинары по темам 1 – 3, 9 -12  Работа в малых группах по темам 4 - 8	<u>Критерий 1</u> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада
		<u>Критерий 2</u> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников и не допускает ошибок	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции ПКС-5
ПСК-1.17	Семинары по темам 1 – 3, 9 -12  Работа в малых группах по темам 4 - 8	<u>Критерий 1</u> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада

Код компетенции	Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
		<u>Критерий 2</u> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников и не допускает ошибок	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции ПКС-5

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.



В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) в сессионный период проводится экзамен со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (лекций и практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (лекций и практических занятий), к экзамену не допускаются и получают академическую задолженность по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали, включая выполнение практических заданий.

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить оценку за экзамен без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

Оценивание формируемых компетенций и по экзамену в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 8.

**Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации**

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на экзамене
ОК-1	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 2.1)
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 2.1)
ОК-1 (итог по экзамену)	Достаточный	«Удовлетворительно», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Неудовлетворительно», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне
ПСК-1.17	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 2.1)
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 2.1)
ПСК-1.17 (итог по экзамену)	Достаточный	«Удовлетворительно», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Неудовлетворительно», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

**Таблица 9 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий**

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.	Бермант А.Ф. Краткий курс математического анализа: Учебное пособие Рекомендовано научно-методическим советом по математике Министерства образования и науки РФ/ Спб, М., Краснодар: Лань, 2010, - 376 с.	30
2.	Белоусов Ю.М. Практическая математика. Руководство для начинающих изучать теоретическую физику: Справочно-методическое руководство/ Долгопрудный Изд.дом Интеллект 2009- 432 с.	6
3.	М.С.Баранова. Векторный анализ: Метод.указ.и расчётные задания по курсу высш.математики для студ.всех спец. и форм обучения , Учебное пособие Рекомендовано Учёным советом НГТУ им.Р.Е.Алексеева / Н.Новгород, Изд.НГТУ, 2012. - 376 с.	260
2. Дополнительная литература		

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
4.	Бермант А.Ф. Краткий курс математического анализа: Учебное пособие Рекомендовано научно-методическим советом по математике Министерства образования и науки РФ/ Спб, М., Краснодар: Лань, 2010, - 376 с.	30
5.	Белоусов Ю.М. Практическая математика. Руководство для начинающих изучать теоретическую физику: Справочно-методическое руководство/ Долгопрудный Изд.дом Интеллект 2009- 432 с.	6
6.	М.С.Баранова. Векторный анализ: Метод.указ.и расчётные задания по курсу высш.математики для студ.всех спец. и форм обучения , Учебное пособие Рекомендовано Учёным советом НГТУ им.Р.Е.Алексеева / Н.Новгород, Изд.НГТУ, 2012. - 376 с.	260

## 6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

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

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;
- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;

- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;

- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal/>;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>;
- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

## 7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 11 раздела 9 настоящей РПД.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

**Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Векторный и тензорный анализ» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 11.

**Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	<u>5115, 5201, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236</u> Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)	-
2.	<u>5214</u> Информационно-образовательный центр для проведения практических занятий и самостоятельной работы	ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• Microsoft Visual Studio 2010, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО.</li> <li>• Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="https://get.adobe.com/reader">https://get.adobe.com/reader</a>, бесплатное ПО.</li> <li>• Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО.</li> <li>• T-FLEX Parametric CAD учебная версия, бесплатное ПО.</li> <li>• MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.</li> </ul>

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенции ПКС-5.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия;
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- доклады на семинарах, тезисы выступлений.

Уровень развития компетенции ПКС-5 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях (уметь, владеть);

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на практических занятиях – работа в малых группах.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка за экзамен по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

## **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине.

Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 5 настоящей РПД.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ  
\_\_\_\_\_ А.Е. Хробостов  
28 февраля 2018 г.

## Лист актуализации рабочей программы дисциплины

**Б1.Б.12 «Векторный и тензорный анализ»**  
(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки специалистов

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"  
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность/специализация: "Ядерные реакторы"  
(наименование профиля, программы магистратуры, направленности/специализации)

Форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2018

Курс: 2

Семестр: 3

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1) в рабочую программу изменения не вносятся. Программа актуализирована для 2018 года начала подготовки;

2)

Разработчик РПД, зав. кафедры  
«Ядерные реакторы и энергетические установки», профессор, д.т.н. \_\_\_\_\_ В.В. Андреев  
(подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

«            »            20 г., протокол №

Заведующий кафедрой «Ядерные  
Реакторы и энергетические установки»

\_\_\_\_\_  
(подпись) В.В. Андреев

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Ядерные реакторы и энергетические установки» \_\_\_\_\_ В.В. Андреев  
(подпись)

« 20 Г.

Методический отдел УМУ

\_\_\_\_\_  
(ПОДПИСЬ)                      \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

« » 20 Г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Векторный и тензорный анализ», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования "Ядерные реакторы" по направлению подготовки/специальности 14.05.01 " Ядерные реакторы и материалы" (квалификация выпускника «специалист»), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет»

Учебная дисциплина «Векторный и тензорный анализ» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируется общекультурная, профессионально-специализированная компетенции ОК-1, ПСК-1.17, прописанные в учебном плане по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы". При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины, по каждой из формируемых компетенций.

Цели освоения дисциплины, соотносятся с общими целями ОП ВО по направлению подготовки/специальности 14.05.01 " Ядерные реакторы и материалы". В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками).

В процессе изучения учебной дисциплины «Векторный и тензорный анализ» студенты продолжают осваивать указанную профессиональную компетенцию, формирование которой завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Векторный и тензорный анализ» образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы, а также материально-техническое обеспечение способствуют планомерному и качественному освоению всех указанных в плане дидактических единиц. К достоинствам рабочей программы можно отнести то, что в план дисциплины включены темы, раскрывающие сущность актуальных на сегодняшний день проблем атомного машиностроения. Рецензируемая рабочая программа дисциплины «Векторный и тензорный анализ» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Рецензент,

---

(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.