Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН
02.00.00 «Компьютерные и информационные науки»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Функциональный анализ

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Квалификация (степень) выпускника Бакалавр

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью изучения курса «Функциональный анализ» является знакомство студентов с основами современной теории меры, функциональных пространств и операторов. Основное содержание связано с линейной теорией – элементы нелинейного функционального анализа более подробно освещаются в последующих дисциплинах. С одной стороны, к созданию функционального анализа привели различные прикладные задачи. С другой стороны, функциональный анализ уже давно стал универсальным языком математики, объединяя общие теории, выросшие из основных понятий математического анализа.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Функциональный анализ» относится к обязательной части блока 1 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1.	Математический анализ Аналитическая геометрия Дифференциальные уравнения	Методы оптимизации и исследование операций, Государственный экзамен

ОПК-1: Готов консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности

3. Требования к результатам освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОПК-1

(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)

ОПК-1. Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области **математического анализа, комплексного и функционального анализа,** алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности.

ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук

ОПК-1.2 Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности

ОПК-1.3 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: теорию меры и интегала Лебега, основные факты о функциональных пространствах и линейных операторах в банаховых и гильбертовых пространствах, первоначальные сведения о нелинейных отображениях.

Уметь: формулировать прикладные задачи в терминах и на языке функционального анализа и применять результаты функционального анализа при решении прикладных задач в таких областях как дифференциальные уравнения, вычислительная математика и оптимизация.

Владеть: приемами исследования сходимости, полноты, компактности в различных метрических и линейных нормированных пространствах, методами решения уравнений с линейными и нелинейными операторами в функциональных пространствах, а также вариационных задач.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (модули)
			Семестр 5 (модуль 10)
Аудиторные занятия (всего)		54	54
В том числе:			
Лекции		18	18
Практические занятия (ПЗ)		36	36
Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)			
Самостоятельная работа (всего)		54	54
Общая трудоемкость	час	108	108
	зач. ед.	3	3

5. Содержание дисциплины
5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1	**Теория меры и интеграла Лебега**	Построение меры Лебега в $\mathbb{R}^n$. Продолжение меры (объема) с кольца элементарных множеств на σ-кольцо измеримых множеств. Измеримые функции и действия над ними. Интеграл Лебега от простой функции. Построение интеграла для произвольной неотрицательной измеримой функции. Обобщение на случай знакопеременных и комплекснозначных функций. Основные свойства интеграла Лебега. Теорема Леви о монотонной сходимости. Теорема Фату. Теорема Лебега об ограниченной сходимости. Теорема Фубини. Пространство Лебега $L_1(Q)$, его полнота, плотность непрерывных функций в $L_1(Q)$.
2	**Метрические пространства**	Аксиомы и основные понятия метрического пространства. Примеры. Полные метрические пространства. Компактные множества в метрических пространствах. Пространство непрерывных функций. Непрерывные отображения метрических пространств. Принципы сжимающих отображений и Шаудера существования неподвижных точек и их применения к алгебраическим, интегральным, и дифференциальным уравнениям.

5.3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практич. занятия	Лаб.	СРС	Всего часов
1.	Теория меры и интеграла Лебега	9	18		27	54
2.	Метрические пространства	9	18		27	54

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	1	Кольцо и σ-кольцо множеств, мера Лебега	4
2	1	Измеримые функции	4
3	1	Интеграл Лебега, конструкция, основные свойства	4
4	1	Предельный переход под знаком интеграла	2
5	1	Кратный и повторный интегралы	2
6	1	Лебегово пространство	2

8	2	Аксиомы метрики, примеры метрических пространств	4
9	2	Полнота	4
10	2	Компактность	4
11	2	Теорема Арцела	4
12	2	Применения принципа сжимающих отображений	2

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения учебных занятий (в том числе для практического и лекционного типов занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации).

Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для проведения обучающимися самостоятельной работы и компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

1. продукты Microsoft - операционная система, пакет офисных приложений, MS Teams и др. (подписка Enrollment for Education Solutions (EES)).
2. Программное обеспечение со свободной лицензией (free):
   - браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service);
   - медиа-плеер (например, VLC Media Player, лицензия GPL-2),
   - Adobe Reader (лицензия Adobe Software License Agreement).
   - офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0)

   б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
   - библиотека РУДН: http://lib.rudn.ru/
   - ТУИС РУДН: https://esystem.rudn.ru/

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) Основная литература:

1. *Люстерник Л.А., Соболев В.И.* Краткий курс функционального анализа. − М.: Высшая школа, 1982. 2009 (Издательство: Лань). – 271 с.
2. *Рудин У.* Основы математического анализа. − М.: Мир, 1976. – 320 с.
3. Треногин, В.А. Функциональный анализ : учебник / В.А. Треногин. - 3-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2002. - 488 с. - ISBN 5-9221-0272-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613
4. *Лебедев В.И.* Функциональный анализ и вычислительная математика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 296 с.
5. Треногин, В.А. Задачи и упражнения по функциональному анализу : учебное пособие / В.А. Треногин, Б.М. Писаревский, Т.С. Соболева. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Физматлит, 2005. - 240 с. - ISBN 5-9221-0271-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82612

б) Дополнительная литература:

1. *Н.И. Ахиезер, И.М. Глазман.* Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве. – М.: Наука, 1966. – 544 с.
2. *Рудин У.* Функциональный анализ. − М.: Мир, 1975. – 445 с.

3. *Ниренберг Л.* Лекции по нелинейному функциональному анализу. − М.: Мир, 1977. – 232 с. То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464185
4. *В.А. Садовничий.* Теория операторов. – М.: Изд. МГУ, 2004. – 384 с.
5. *А.А. Кириллов, А.Д. Гвишиани*. Теоремы и задачи функционального анализа. – М.: Наука, 1988. – 400 с.

11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:
11.1 Структура практических занятий

На практических занятиях решаются задачи и упражнения по текущим темам

11.2 Самостоятельная работа студента

Еженедельно студенты получают домашнее задание по текущей теме практического занятия. Следующее практическое занятие начинается с проверки выполненного домашнего задания, вопросов по домашнему заданию и его обсуждения. После этого происходит переход к следующим задачам по текущей или новой теме.

На практических занятиях у доски задачи и упражнения решаются в основном кем-то из вызванных студентов. При этом все присутствующие студенты должны контролировать и записывать решение на доске, а также устно отвечать на возникающие при решении вопросы.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .

ФОС по дисциплине представлен в приложении к данной программе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчик:
Профессор Математического института
им. С.М. Никольского — Л.Е. Россовский

Директор
Математического института им. С.М. Никольского,
д.ф.-м.н., профессор — А.Л.Скубачевский

Руководитель программы
Заведующий кафедрой
прикладной информатики и теории вероятностей,
д.т.н., проф. — К.Е. Самуйлов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Математический институт имени С.М.Никольского

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине Функциональный анализ

Рекомендуется для направления подготовки

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Квалификация (степень) выпускника Бакалавр

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Функциональный анализ»

Направление: 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»

шифр название

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства			Баллы темы	Баллы раздела
			Текущий контроль		Промежуточная аттестация		
			Контрольная работа 1	СРС (ДЗ)	Итоговый контроль знаний		
ОПК-1	Теория меры и интеграла	Мера	5	10	10	25	50
		Интеграл Лебега	5	10	10	25	
ОПК-1	Метрические пространства	Полнота и компактность	5	10	10	25	50
		Непрерывные отображения	5	10	10	25	
		Гильбертовы пространства					
		ИТОГО:	20	40	40	100	100

ОПК-1. Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области **математического анализа, комплексного и функционального анализа,** алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности.

ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук

ОПК-1.2 Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности

ОПК-1.3 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

Примеры билетов

Дисциплина Функциональный анализ
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Линейность интеграла Лебега.
2. Теоремы Вейерштрасса об аппроксимации.

Составитель ____________________________ Л.Е.Россовский

Директор института__________________ А.Л. Скубачевский

Дисциплина Функциональный анализ
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Плотность непрерывных функций в L2(-π, π).
2. Принцип Шаудера существования неподвижной точки.

Составитель ____________________________ Л.Е.Россовский

Директор института__________________ А.Л. Скубачевский

г.

Дисциплина Функциональный анализ
(наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Теорема Банаха-Штейнгауза.
2. Сопряженный оператор. Определение и свойства.

Составитель ____________________________ Л.Е.Россовский

Директор института__________________ А.Л. Скубачевский

Примерный перечень оценочных средств
по дисциплине Функциональный анализ

Перечень оценочных средств

п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
		Аудиторная работа	
1	Контрольная работа	Форма проверки качества усвоения студентами учебного материала в соответствии с утвержденной программой.	Комплект вариантов контрольных работ
2	Итоговый контроль знаний	Форма проверки качества усвоения студентами учебного материала и выполнения в процессе обучения всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой.	Комплект билетов, список вопросов
		Самостоятельная работа	
1	Индивидуальное домашнее задание	Форма проверки качества усвоения студентами учебного материала в соответствии с утвержденной программой.	Комплект вариантов домашних заданий

Домашние задания (пример заданий)

Supplement 1

Complementary questions and problems on the course of Functional Analysis, 4th semester Applied Mathematics

Task 1. Prove the following implication in a Banach space:

$$x_n \to x,\ n \to \infty \quad \Longrightarrow \quad s_n = \frac{x_1 + \ldots + x_n}{n} \to x,\ n \to \infty.$$

Task 2. Let H be a Hilbert space and a sequence $x_n \in H$ converge to x weakly in H. Prove the existence of a subsequence x_{n_k} such that

$$\left\| \frac{x_{n_1} + \ldots + x_{n_k}}{k} - x \right\| \to 0, \quad k \to \infty.$$

Task 3. Let $A : H \to B$ be a bounded linear operator acting from a Hilbert space H to a Banach space B and Ω be the closed unit ball in H. Is it true that the image $A(\Omega)$ of the ball Ω under the mapping A is a closed set in B?

Task 4. Let B be a Banach space. Prove that the convex hull $Co(M)$ of any finite set $M = \{x_i \in B\,(i = 1, \cdots, n)\}$ is closed in B.

Task 5. Let vectors $x_1, \cdots, x_n$ form a basis of a finite dimensional Euclidean space E^n and $M = \{0, x_1, \cdots, x_n\}$. Prove that the convex hull $Co(M)$ has a non-empty interior.

Task 6. Let Ω be a compact set in a Banach space such that $\|x\| \geqslant R$ for each $x \in \Omega$. Prove that the set $\Omega' = \{Rx/\|x\| : x \in \Omega\}$ is also compact.

Task 7. Apply the Schauder fixed point theorem to the integral equation

$$u(x) = \int_0^1 K(x, y) u^2(y)\, dy + f(x)$$

Контрольные работы (пример заданий)

Supplement 2

Functional analysis, 5th semester
Test 2.1, Variant 1

Task 1. Let E be a Banach space and $x_n \in E$ $(n = 1, 2, \dots)$. Prove that if $\sum\limits_{n=0}^{\infty} \|x_n\| < \infty$, then the series $\sum\limits_{n=0}^{\infty} x_n$ converges in E.

Task 2. Make sure that the operator

$$T : L_2(0,1) \to L_1(0,1), \quad Tf(x) = f(x^{4/3})$$

is bounded and find its norm.

Task 3. Let a continuous linear functional $f : H^1(-1,1) \to \mathbb{C}$ be given by

$$f(x) = \int\limits_{-1}^{1} e^{-t}(x(t) + x'(t))\,dt.$$

Find the element $y \in H^1(-1,1)$ such that $f(x) = (x,y)_{H^1(-1,1)}$.

Task 4. Calculate the distance from the function $u(t) = \cos t$ to the subspace $\mathring{H}^1(0,1)$ of the space $H^1(0,1)$ with the standard inner product.

Hint: Find the orthogonal complement to $\mathring{H}^1(0,1)$ in $H^1(0,1)$ first.

Task 5. Let $A : H \to B$ be a bounded linear operator acting from a Hilbert space H to a Banach space B and Ω be the closed unit ball in H. Is it true that the image $A(\Omega)$ of the ball Ω under the mapping A is a closed set in B?

1.

Functional analysis, 5th semester
Test 2.1, Variant 2

Task 1. Let x_n and y_n $(n = 1, 2, \ldots)$ be Cauchy sequences in a normed space E. Prove that the number sequence $\lambda_n = \|x_n - y_n\|$ converges.

Task 2. Fixed points $0 \leqslant t_1 < t_2 < \ldots < t_n \leqslant 1$, define an operator $A : C[0,1] \to C[0,1]$ by setting

$$Ax(t) = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} t^k x(t_k).$$

Find $\|A\|$.

Task 3. Let a continuous linear functional $f : H^1(-1,1) \to \mathbb{C}$ be given by

$$f(x) = \int\limits_{-1}^{1} (x(t)\cos t + x'(t)\sin t)\, dt.$$

Find the element $y \in H^1(-1,1)$ such that $f(x) = (x,y)_{H^1(-1,1)}$.

Task 4. Calculate the distance from the function $u(t) = t^2$ to the subspace $\widetilde{H}^1(0,1) = \{v \in H^1(0,1) : v(0) = 2v(1)\}$ of the space $H^1(0,1)$ with the standard inner product.

Hint: Find the orthogonal complement to $\widetilde{H}^1(0,1)$ in $H^1(0,1)$ first.

Task 5. Let $A : H \to B$ be a bounded linear operator acting from a Hilbert space H to a Banach space B and Ω be the closed unit ball in H. Is it true that the image $A(\Omega)$ of the ball Ω under the mapping A is a closed set in B?

2.

Functional analysis, 5th semester
Test 2.1, Variant 3

Task 1. Prove that a compact operator in a Banach space takes any weakly convergent sequence to a strongly convergent one.

Task 2. Let a continuous linear functional $f : C[-1,1] \to \mathbb{C}$ be given by

$$f(x) = \int\limits_{-1}^{1} \left(3x(0)t^2 + x(t^3)\sin t\right)\, dt.$$

Find a function $g \in BV[-1,1]$ such that $f(x) = \int\limits_{-1}^{1} x(t)\, dg(t)$.

Task 3. Find the norm of the following linear functional in the space l_1:

$$f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{kx_k}{k^2+10}.$$

Task 4. Calculate the distance from the function $u(t) = e^t$ to the subspace $\mathring{H}^1(0,1)$ of the space $H^1(0,1)$ with the inner product

$$(u,v)_{H^1(0,1)} = \int\limits_{0}^{1} u'\bar{v}'\, dt + u(0)\bar{v}(0).$$

Hint: Find the orthogonal complement to $\mathring{H}^1(0,1)$ in $H^1(0,1)$ first.

Task 5. Let $A : H \to B$ be a bounded linear operator acting from a Hilbert space H to a Banach space B and Ω be the closed unit ball in H. Is it true that the image $A(\Omega)$ of the ball Ω under the mapping A is a closed set in B?

3.

Functional analysis, 5th semester
Test 2.1, Variant 4

Task 1. Let a bounded linear operator A acting in a Banach space X have a bounded inverse A^{-1}. Which of the following is true:

$$a)\ \|A^{-1}\| \leqslant \frac{1}{\|A\|}; \quad b)\ \|A^{-1}\| = \frac{1}{\|A\|}; \quad c)\ \|A^{-1}\| \geqslant \frac{1}{\|A\|}?$$

Task 2. Let a continuous linear functional $f : C[-1,1] \to \mathbb{C}$ be given by

$$f(x) = \int_{-1}^{1} x(t)\cos t\, dt + (x(-1) + x(1))/2.$$

Find a function $g \in BV[-1,1]$ such that $f(x) = \int_{-1}^{1} x(t)\, dg(t)$.

Task 3. Find the norm of the following linear functional in the space l_1:

$$f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \cos\left(\frac{1}{\sqrt{k}}\right) x_k.$$

Task 4. Calculate the distance from the function $u(t) = t + 1$ to the subspace $\widetilde{H}^1(0,1) = \{v \in H^1(0,1) : v(0) + v(1) = 0\}$ of the space $H^1(0,1)$ with the standard inner product.

Hint: Find the orthogonal complement to $\widetilde{H}^1(0,1)$ in $H^1(0,1)$ first.

Task 5. Let $A : H \to B$ be a bounded linear operator acting from a Hilbert space H to a Banach space B and Ω be the closed unit ball in H. Is it true that the image $A(\Omega)$ of the ball Ω under the mapping A is a closed set in B?

4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО КУРСУ

1. Функции множества.
2. Мера элементарных множеств в евклидовом пространстве. Регулярность меры.
3. Внешняя мера множества. Свойства внешней меры симметрической разности множеств.
4. Продолжение меры с кольца элементарных множеств на σ-кольцо измеримых множеств.
5. Измеримые функции и действия над ними.
6. Интеграл Лебега от простой функции. Построение интеграла для произвольной неотрицательной измеримой функции.
7. Интеграл Лебега от знакопеременных и комплексных функций.
8. Простейшие свойства интеграла Лебега.
9. Счетная аддитивность интеграла Лебега.
10. Линейность интеграла Лебега.
11. Теорема Леви о монотонной сходимости.
12. Теорема Фату.
13. Теорема Лебега об ограниченной сходимости.
14. Теорема Фубини.
15. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана-Стилтьеса. Критерий Лебега интегрируемости функции по Риману.
16. Пространство Лебега $L_2(-\pi, \pi)$, его полнота.
17. Плотность непрерывных функций в $L_2(-\pi, \pi)$.
18. Ортогональные системы в $L_2(-\pi, \pi)$. Теорема Рисса-Фишера.
19. Полные ортогональные системы. Равенство Парсеваля.
20. Полнота тригонометрической системы в $L_2(-\pi, \pi)$
21. Алгебры функций.
22. Теорема Стоуна.
23. Теоремы Вейерштрасса об аппроксимации.
24. Метрическое пространство. Основные понятия. Примеры.
25. Полнота метрического пространства. Теорема о вложенных шарах.
26. Полное метрическое пространство не является объединением счетного числа нигде не плотных множеств (теорема Бэра).
27. Компактные множества в метрических пространствах. Эквивалентные определения компактности.
28. Пространство непрерывных функций. Теорема Арцела — Асколи.
29. Непрерывные отображения метрических пространств. Оператор Немыцкого.
30. Принцип сжимающих отображений.
31. Примеры применения принципа сжимающих отображений.
32. Теорема Брауэра о неподвижной точке (схема доказательства для произвольной размерности n, полное доказательство для n=1).
33. Нормированные и банаховы пространства. Примеры: лебеговы пространства, пространства последовательностей, пространства непрерывных и непрерывно дифференцируемых функций.
34. Выпуклая оболочка.
35. Нелинейные вполне непрерывные операторы и их конечномерные аппроксимации.
36. Принцип Шаудера существования неподвижной точки.
37. Примеры применения принципа Шаудера.
38. Теоремы о неподвижных точках, вытекающие из принципа Шаудера.

Критерии оценки

по дисциплине Функциональный анализ

Итоговая оценка выставляется по сумме набранных баллов за практические занятия и экзамен.

95-100 баллов:

- активное участие в мероприятиях, предусмотренных программой дисциплины;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- умение эффективно использовать методику программы дисциплины в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать поставленные задачи;
- полная самостоятельность и творческий подход при изложении материала по программе дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины и преподавателем.

86- 94 балла:

- участие в мероприятиях, предусмотренных программой дисциплины;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- умение эффективно использовать методику программы дисциплины в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать поставленные задачи в нестандартных производственных ситуациях;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины и преподавателем.

69-85 баллов:

- участие в мероприятиях, предусмотренных программой дисциплины;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- умение использовать методику программы дисциплины в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины.

51-68 баллов:

- участие в мероприятиях, предусмотренных программой дисциплины;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- удовлетворительное умение использовать методику программы дисциплины в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

31 - 50 баллов – НЕ ЗАЧТЕНО:

- недостаточно полный объем навыков и компетенции в рамках программы дисциплины;
- неумение использовать в практической деятельности научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными стилистическими и логическими ошибками;
- слабое умение использовать методику программы дисциплины в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- удовлетворительное усвоение основной литературы.

0-30 баллов, НЕ ЗАЧТЕНО:

- отсутствие умений, навыков, знаний и компетенции в рамках программы дисциплины;
- невыполнение лабораторных заданий; отказ от ответа по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.