

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Ректор академии

В.В. Великанов



2025 г.

Регистрационный № М-149-2.5.м /уч.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Учебная программа учреждения образования  
по учебной дисциплине для специальности  
7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства  
сельскохозяйственной продукции**

2025 г.

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом углубленного высшего образования по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции (ОСВО 7-06-0812-01-2023), а также учебными планами МД-0812-01-6-25у от 28.05.2025 г., МЗ-0812-01-6-25у от 28.05.2025 г.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

В. И. КОЦУБА, заведующий кафедрой технического сервиса и общепрофессиональных дисциплин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент.

Д. А. МИХЕЕВ, доцент кафедры технического сервиса и общепрофессиональных дисциплин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент.

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

О. В. ГОРДЕЕНКО, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент;

К. Л. ПУЗЕВИЧ, заведующий кафедрой механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой технического сервиса и общепрофессиональных дисциплин учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 12 от 23 июня 2025 г.);

методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 10 от 23 июня 2025 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 11 от 25 июня 2025 г.).

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Моделирование и оптимизация технологических процессов – один из самых мощных инструментов познания, анализа и проектирования, которым располагают специалисты, ответственные за разработку и функционирование сложных технологий и производств. Моделирование дает возможность исследователю экспериментировать с объектами в тех случаях, когда делать это на реальном объекте практически невозможно или нецелесообразно. Сущность методологии моделирования состоит в замене исходного технологического объекта его «образом» – математической моделью – и в дальнейшем изучении модели с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов.

Этот метод познания, конструирования, проектирования сочетает в себе достоинства как теории, так и эксперимента. Работа не с самим объектом (явлением, процессом), а с его моделью дает возможность относительно быстро и без существенных затрат исследовать его свойства и поведение в любых мыслимых ситуациях (преимущества теории). В то же время вычислительные (имитационные) эксперименты с моделями объектов позволяют подробно и глубоко изучать объекты в достаточной полноте, недоступной чисто теоретическим подходам (преимущества эксперимента).

Современные сельскохозяйственная техника и технологии состоят из большого количества взаимосвязанных подсистем, между которыми существуют отношения соподчиненности в виде иерархической структуры.

Основу современного подхода к решению задач моделирования и оптимизации составляет системный анализ, в соответствии с которым задачи исследования, анализа и расчета отдельных технологических процессов, компьютерного моделирования и оптимизации сложных систем, оптимального проектирования технологических комплексов решаются в тесной связи друг с другом.

Учебная дисциплина «Моделирование и оптимизация технологических процессов» – одна из дисциплин специальной подготовки, формирующих у магистрантов компетентность в решении задач по установлению закономерностей, описывающих технологические процессы, работу машин и оборудования, выбор оптимальных конструктивных и технологических параметров новой техники и оборудования.

**Цель** учебной дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» – формирование у будущих магистров системы знаний, умений и профессиональных компетенций по созданию математических и кибернетических моделей, определению оптимальных значений параметров при проведении научных исследований по созданию новой техники и оборудования.

**Задачи** учебной дисциплины – формирование у магистрантов прочных знаний: теоретических основ и методов моделирования технологических процессов, машин и оборудования, методик расчета оптимальных их значений, а также получение практического опыта математического и компьютерного мо-

делирования при создании новых образцов машин и оборудования для обеспечения сельскохозяйственных технологий.

Учебная дисциплина «Моделирование и оптимизация технологических процессов» в учебном плане для специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции является дисциплиной вузовского компонента.

Освоение учебной дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» базируется на знаниях, полученных при изучении учебных дисциплин «Проектирование перспективных механизированных процессов в растениеводстве», «Проектирование перспективных механизированных процессов в животноводстве», «Оптимизация параметров и режимов работы сельскохозяйственных машин в растениеводстве», а также учебных дисциплин общего высшего образования «Основы моделирования», «Математика», «Теория вероятностей» и др. В свою очередь знания, приобретенные при изучении учебной дисциплины, будут востребованы при подготовке магистерской диссертации.

Изучение учебной дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» обеспечит формирование у магистрантов следующей специализированной компетенции: применять методы математического моделирования для решения оптимизационных задач с целью повышения эффективности функционирования многофакторных технологических процессов.

В результате изучения учебной дисциплины магистранты должны быть способными выполнять анализ изучаемых технологий и машин для их реализации, создавать математические и компьютерные модели машин и их рабочих органов и определять оптимальные значения конструктивных и технологических параметров машин и оборудования на стадии проектирования, а также применять 3D-печать для изготовления экспериментальных образцов рабочих органов машин и оборудования.

В результате изучения учебной дисциплины студенты должны **знать** методы физического и математического моделирования технологических процессов, машин и оборудования, а также оптимизации технологических процессов и оборудования, **уметь** разрабатывать математические модели процессов и оборудования согласно теме магистерской диссертации, а также компьютерные модели их рабочих органов, **владеть** методикой компьютерного моделирования и 3D-печати для изготовления экспериментальных образцов рабочих органов машин и оборудования.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине магистрант должен не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

На изучение учебной дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» согласно учебному плану по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции для дневной формы обучения отводится всего 132 часа (трудоемкость изучаемой дисциплины составляет 3 зачетные единицы), в том числе 44 часа аудиторных, из них лекции – 14 часов, практические занятия – 30 часов. На самостоятельную работу отводится 88 часов. Учебная дисциплина преподается в 2-м семестре. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

На изучение учебной дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» согласно учебному плану по специальности 7-06-0812-01 Техническое обеспечение производства сельскохозяйственной продукции для заочной формы обучения отводится всего 132 часа (трудоемкость изучаемой дисциплины составляет 3 зачетные единицы), в том числе 10 часов аудиторных, из них лекции – 4 часа, практические занятия – 6 часов. На самостоятельную работу отводится 122 часа. Учебная дисциплина преподается на 1-м курсе. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ**

#### **1.1. Введение в моделирование**

История развития, состояние и задачи моделирования технологических процессов. Основные понятия и принципы моделирования. Физическое и математическое моделирование. Этапы моделирования. Моделирование как основа оптимизации технологических процессов.

#### **1.2. Физическое моделирование**

Подобные явления, геометрическое и физическое подобие. Теория подобия как аппарат моделирования. Критерии подобия, критериальные уравнения. Метод анализа размерностей. Метод аналогии. Использование физического моделирования для исследования объектов и масштабного перехода от моделей к промышленным машинам и оборудованию.

#### **1.3. Математическое моделирование**

Особенности использования математического моделирования в исследовании технологических процессов. Типы математических моделей, аналитические и экспериментально-статистические модели. Составление и алгоритмизация математических моделей. Адекватность математических моделей. Структура потоков в аппаратах как основа для составления математических моделей. Модели структуры потоков. Типы дифференциальных уравнений, используемые для описания технологических процессов, методы их составления и решения. Методы регрессионного и корреляционного анализа. Виды регрессий, уравнения регрессий. Критерии значимости коэффициентов уравнений регрессии, коэффициенты корреляции. Переход от уравнений регрессии к натуральному масштабу.

#### **1.4. Моделирование типовых технологических процессов и оборудования**

Моделирование механических процессов. Составление схем технологических процессов и рабочих органов. Структурный анализ рабочих органов машин и оборудования. Кинематический анализ рабочих органов машин и оборудования. Исследование движения рабочих органов машин и оборудования. Динамическая модель и динамический анализ рабочих органов машин и оборудования. Уравнения движения рабочих органов в форме закона кинетической энергии. Дифференциальное уравнение движения. Уравнения движения рабочих органов с несколькими степенями свободы. Исследование движения с помощью уравнения кинетической энергии или уравнения Лагранжа второго рода. Силовой анализ и определение механических характеристик рабочих органов машин и оборудования.

Моделирование гидромеханических процессов. Исследование движения материала при взаимодействии с рабочими органами машин и оборудования. Двухфазные течения и их моделирование. Моделирование движения твердых частиц в осевом и закрученном потоках.

Моделирование тепломассообменных процессов. Математические модели процессов переноса тепла, учет гидродинамики потоков. Моделирование теплообменных и сушильных аппаратов. Модели и алгоритмы расчета массообменных аппаратов.

### **1.5. Основы процесса компьютерного моделирования**

Особенности и преимущества компьютерного моделирования перед натурным экспериментом. Методология компьютерного моделирования. Программные комплексы для исследования (моделирования) информационных моделей. Компьютерная графика и ее использование при разработке технологических процессов и рабочих органов машин. Модели динамических систем. Примеры компьютерных моделей технологических объектов и рабочих органов машин и оборудования.

Классификация технологий 3-D печати. Принцип работы 3-D принтера. Возможности применения 3-D принтера. Компьютерные программы для 3-D моделирования. Особенности моделирования под 3-D печать. Применение 3D печати для изготовления рабочих органов машин и оборудования.

## **2. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ**

### **2.1. Общая постановка задач оптимизации**

Формулировка задачи оптимизации. Критерии оптимизации. Оптимизационные факторы и ограничения. Целевая функция. Характеристика методов оптимизации.

### **2.2. Методы исследования функций классического анализа**

Экстремум функции одной переменной, глобальный и локальный экстремум. Экстремумы функций многих переменных. Примеры использования аналитических методов для оптимизации процессов и оборудования.

### **2.3. Линейное программирование**

Постановка задачи линейного программирования, ее графическое отображение. Преобразование ограничений. Ограничения типа равенств и неравенств. Симплексный метод решения задач линейного программирования, алгоритм симплексного метода.

## **2.4. Нелинейное программирование**

Основные понятия. Целевая функция. Геометрическая интерпретация целевой функции и ограничений. Градиентные методы. Метод релаксации, градиента, наискорейшего спуска. Оптимум при известном аналитическом выражении градиента. Безградиентные методы. Метод локализации экстремума функции одной переменной. Оптимизация с использованием чисел Фибоначчи, метод «золотого сечения». Методы сканирования и последовательного изменения переменных. Метод случайных направлений. Сравнение различных методов.

## **2.5. Экспериментально-статистическая оптимизация**

Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика. Исследование поверхности отклика. Симплексный метод планирования эксперимента.

## **2.6. Динамическое программирование**

Многостадийные процессы. Принцип оптимальности. Комбинаторные модели, решение комбинаторных задач. Математическая формулировка принципа оптимальности для дискретных процессов. Вычислительные аспекты динамического программирования.

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Форма получения высшего образования: *дневная*

№ п/п	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	Количество аудиторных часов		Количество часов СР	Формы контроля	Методическое обеспечение*
			Лекции	Практические занятия			
<b>1</b>	<b>Моделирование технологических процессов и оборудования</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>52</b>	<b>Сдача работ</b>	
1.1	Введение в моделирование	1	1		6	Устн. опрос	1
1.2	Физическое моделирование	5	1	4	8	Устн. опрос	1
1.3	Математическое моделирование	6	2	4	8	Сдача работ	1, 2
1.4	Моделирование типовых технологических процессов и оборудования	6	2	4	14	Сдача работ	1
1.5	Основы процесса компьютерного моделирования	12	2	10	16	Сдача работ	1, 3
<b>2</b>	<b>Оптимизация технологических процессов и оборудования</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>36</b>	<b>Сдача работ</b>	
2.1	Общая постановка задач оптимизации	1	1		6	Устн. опрос	1, 2, 3
2.2	Методы исследования функций классического анализа	5	1	4	6	Сдача работ	1, 2, 3
2.3	Линейное программирование	1	1		6	Устн. опрос	1, 2, 3
2.4	Нелинейное программирование	1	1		6	Устн. опрос	1, 2, 3
2.5	Экспериментально-статистическая оптимизация	5	1	4	6	Сдача работ	1, 2, 3
2.6	Динамическое программирование	1	1		6	Сдача работ	1, 2, 3
	<b>Итого</b>	<b>44</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>88</b>	<b>Экзамен</b>	

\*Указываются только учебные издания, частично обеспечивающие методическое сопровождение изучения учебной дисциплины.

## 3.2. Форма получения высшего образования: заочная

№ п/п	Название разделов, тем	Всего аудиторных часов	Количество аудиторных часов		Количество часов СР	Формы контроля	Методическое обеспечение*
			Лекции	Практические занятия			
<b>1</b>	<b>Моделирование технологических процессов и оборудования</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>86</b>	<b>Сдача работ</b>	
1.1	Введение в моделирование	–	–	–	8	Устн. опрос	1
1.2	Физическое моделирование	0,5	0,5	–	16	Устн. опрос	1
1.3	Математическое моделирование	0,5	0,5	–	16	Сдача работ	1, 2
1.4	Моделирование типовых технологических процессов и оборудования	2	–	2	24	Сдача работ	1
1.5	Основы процесса компьютерного моделирования	4	–	4	22	Сдача работ	1, 3
<b>2</b>	<b>Оптимизация технологических процессов и оборудования</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>–</b>	<b>36</b>	<b>Сдача работ</b>	
2.1	Общая постановка задач оптимизации	0,5	0,5	–	6	Устн. опрос	1, 2, 3
2.2	Методы исследования функций классического анализа	0,5	0,5	–	6	Сдача работ	1, 2, 3
2.3	Линейное программирование	0,5	0,5	–	6	Устн. опрос	1, 2, 3
2.4	Нелинейное программирование	0,5	0,5	–	6	Устн. опрос	1, 2, 3
2.5	Экспериментально-статистическая оптимизация	0,5	0,5	–	6	Сдача работ	1, 2, 3
2.6	Динамическое программирование	0,5	0,5	–	6	Сдача работ	1, 2, 3
	<b>Итого</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>122</b>	<b>Экзамен</b>	

\*Указываются только учебные издания, частично обеспечивающие методическое сопровождение изучения учебной дисциплины.

## 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Литература

#### *Основная*

1. Кошак, Ж. В. Моделирование и оптимизация технологических процессов зерноперерабатывающей и хлебопекарной промышленности: учеб. пособие / Ж. В. Кошак, А. Э. Кошак. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 151 с.
2. Лебедева, Г. И. Прикладная математика. Математические модели в транспортных системах: учеб. пособие / Г. И. Лебедева, Н. А. Микулик. – Минск: Асар, 2009. – 496 с.
3. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем: учебник для вузов / В. П. Тарасик. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: Дизайн ПРО, 2004. – 640 с.

#### *Дополнительная*

1. Голоднов, А. И. Технологии и оборудование аддитивного производства: учеб. пособие / А. И. Голоднов, С. Н. Злыгостев, И. Е. Фурман. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 128 с.
2. Беляев, Л. В. Аддитивные технологии: практикум / Л. В. Беляев, А. В. Жданов. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2022. – 88 с.
3. Ланин, В. Л. Аддитивные технологии инновационного производства. Лабораторный практикум: пособие / В. Л. Ланин, И. В. Самуйлов. – Минск: БГУИР, 2021. – 76 с.
4. Совершенствование конструкции машин с использованием теории решения изобретательских задач: монография / И. Н. Шило [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 542 с.
5. Кондаков, А. И. САПР технологических процессов: учебник / А. И. Кондаков. – Москва: Академия, 2007. – 268 с.
6. Гайдышев, И. П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++: монография / И. П. Гайдышев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 504 с.
7. Бывальцев, А. И. Практикум по курсу «Моделирование и оптимизация технологических процессов отрасли»: учеб. пособие / А. И. Бывальцев, Н. М. Дерканосова, А. А. Журавлев. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2004. – 140 с.
8. Дементьев, Ю. В. САПР в автомобиле- и тракторостроении: учебник / Ю. В. Дементьев, Ю. С. Щетинин; ред. В. М. Шарипов. – Москва: Академия, 2004. – 218 с.
9. Тарасевич, Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: учеб. пособие / Ю. Ю. Тарасевич. – 3-е изд., испр. – Москва: Едиториал УРСС, 2003. – 144 с.

10. Костевич, Л. С. Математическое программирование: информационные технологии оптимальных решений: учеб. пособие / Л. С. Костевич. – Минск: Новое знание, 2003. – 424 с.

11. Мельников, А. А. Теория автоматического управления техническими объектами автомобилей и тракторов: учеб. пособие для студентов вузов / А. А. Мельников. – Москва: Академия, 2003. – 276 с.

12. Поршневу, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием пакета MathCAD / С. В. Поршневу. – Москва: Новая планета, 2002. – 252 с.

13. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. Москва: Физматлит, 2001. – 320 с.

14. Гультияев, А. Визуальное моделирование в среде МАТЛАБ: учебный курс / А. Гультияев. – СПб.: Питер, 2000. – 432 с.

#### **4.2. Перечень практических занятий**

1. Параметрические схемы технологических процессов
2. Структурный анализ рабочих органов машин и оборудования.
3. Кинематический анализ рабочих органов машин и оборудования.
4. Динамический анализ рабочих органов машин и оборудования.
5. Составление уравнения движения рабочих органов.
6. Определение основных параметров проектируемых рабочих органов машин и оборудования
7. Изучение программных комплексов для компьютерного моделирования.
8. Разработка 3-D моделей проектируемых рабочих органов.
9. Применение 3D печати для изготовления рабочих органов машин и оборудования.
10. Использование аналитических методов для оптимизации процессов и оборудования
9. Оптимизация технологических процессов методом крутого восхождения по поверхности отклика.
10. Оптимизация технологических процессов симплексным методом.
11. Оптимизация методом неопределенных множителей Лагранжа.
12. Многокритериальная оптимизация.
13. Оптимизация методом наименьших квадратов.

#### **4.3. Рекомендуемые формы и методы обучения**

Изучение учебной дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» предполагает посещение лекций, практических занятий и самостоятельную работу магистрантов.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- компетентностный подход, реализуемый на лекциях, практических занятиях и при самостоятельной работе;
- учебно-исследовательская деятельность, реализация творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе;
- проектные технологии, используемые при выполнении конкретных заданий на практических занятиях и при самостоятельной работе.

#### **4.4. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы**

Объем самостоятельной работы магистрантов по учебной дисциплине должен соответствовать реальному бюджету времени обучающегося, выделяемому на данный вид работы.

Самостоятельная работа может быть организована как самообразование вне аудитории в удобное для магистранта время или как контролируемая преподавателем работа, при этом преподаватель оказывает методическую помощь, проводит индивидуальные консультации.

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться для изучения основной и дополнительной литературы; выполнения расчетов; решения задач; выполнения исследовательских и творческих заданий; подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций; составления обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме; составления тестов. Контроль качества самостоятельной работы осуществляется в рамках контрольных мероприятий по учебной дисциплине.

Для эффективной организации самостоятельной работы необходимо наличие учебной, справочной, методической литературы и ее перечня; учебно-методического комплекса, в том числе электронного, наглядных пособий, мультимедийных, видеоматериалов, заданий, тестов.

#### **4.5. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций**

Диагностирование знаний и компетенций магистранта (контроль знаний) осуществляется следующим образом. При выполнении практических работ магистранты защищают каждую работу.

Формой контроля изучения теоретического курса является экзамен, а для текущего контроля процесса изучения расчетного курса и стимулирования равномерной работы в течение семестра выполняется устный опрос.

#### 4.6. Критерии оценок результатов учебной деятельности

Учебная деятельность оценивается по десятибалльной шкале с использованием следующих критериев:

10 баллов – систематизированные, глубокие и полные ответы по всем вопросам, логически верное изложение ответов, даются исчерпывающие пояснения, приводятся сведения сверх программного материала или делаются оригинальные обобщения;

9 баллов – систематизированные, глубокие, правильные и полные ответы по всем вопросам, логически верное изложение ответов, даются исчерпывающие пояснения;

8 баллов – систематизированные правильные и полные ответы на все вопросы, могут присутствовать несущественные неточности, даются правильные, но недостаточно полные и точные пояснения;

7 баллов – систематизированные, принципиально правильные, но недостаточно полные ответы на все вопросы, пояснения ответов правильные но неглубокие, имеются незначительные ошибки;

6 баллов – систематизированные, но неполные ответы на вопросы, изложение ответов неглубокое, имеются незначительные ошибки;

5 баллов – не систематизированные и неполные ответы, содержащие ошибки, пояснения неполные;

4 балла – неполные ответы по всем вопросам варианта, пояснения отсутствуют или даны с ошибками;

3 балла – неполные и неточные ответы без пояснений и с ошибками в пояснениях;

2 балла – неполные и неточные ответы без пояснений и с существенными ошибками;

1 балл – попытка дать ответ, из которой следует, что отвечающий знает, на вопросы какой дисциплины он отвечает;

0 баллов – нет ответов на поставленные вопросы варианта.