

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

«25» мая 2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**БИОЭНЕРГЕТИКА**

Направление подготовки

19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль)

Промышленная и пищевая биотехнология

Квалификация (степень) выпускника

**бакалавр**

### 1. Цели и задачи дисциплины.

**Целью освоения дисциплины «Биоэнергетика»** является изучение закономерностей преобразования энергии в живых организмах.

**Задачей дисциплины** является:

- изучение научно-технической информации, выполнение литературного и патентного поиска по тематике исследования

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

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК – 8	способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности	основные принципы работы с научно-технической информацией	работать с научно-технической информацией	навыками получения научно-технической информации

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Факультативная дисциплина **«Биоэнергетика»** базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении дисциплин **«Биохимия»**, **«Общая и молекулярная биология»**, **«Производственный контроль на предприятиях отрасли»**.

Дисциплина **«Биоэнергетика»** является предшествующей для прохождения преддипломной практики и государственной итоговой аттестации.

«Входными» знаниями, умениями и компетенциями обучающегося, необходимыми для изучения дисциплины, служат знания, умения и навыки, полученные при изучении вышеперечисленных дисциплин базовой и вариативной части по направлению подготовки бакалавров.

Для изучения дисциплины **«Биоэнергетика»** обучающийся должен иметь общие представления об основных биополимерах клеток организмов, энергетическом и конструктивном обмене веществ, взаимосвязи обмена веществ в живом организме; знать основные биохимические методы исследования на уровне курса **«Биохимии»**, уметь делать обобщения по результатам исследования.

### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы.

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр 8
		акад.
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>34,95</b>	<b>34,95</b>
Лекции	17	17
В том числе в форме практической подготовки	17	17
Практические занятия	-	-
Семинары	-	-
Лабораторные работы (ЛБ)	17	17
В том числе в форме практической подготовки	17	17
Консультации текущие	0,85	0,85
Виды аттестации(зачет)	0,1	0,1
и (или) другие виды аудиторных занятий	-	-
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>37,05</b>	<b>37,05</b>
Проработка материалов по учебнику	17,05	17,05
Проработка материалов по конспекту лекций	10	10
Оформление отчета для лабораторных работ	10	10

**5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1 Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1	Исследования международных и российских авторов в области биоэнергетики. История развития. Основы биоэнергетики.	Обзор источников научно-технической информации, работ международных и российских авторов в области биоэнергетики. Обмен веществ и энергетика	18
2	Энергетические механизмы переноса энергии.	Электростатическое взаимодействие. Водородная связь. Пептидная связь. Гидрофобные взаимодействия. Энергетические эффекты гидратации. Механизмы переноса электронов. Перенос электронов по белковой цепи.	18

3	Молекулярные основы превращения энергии в живых системах.	Живые клетки – открытые термодинамические системы. Современные представления об энергопреобразующих «молекулярных машинах» живой клетки. Структурные особенности энергопреобразующих органелл живой клетки (хлоропластов, митохондрий, хромопластов). Субстратное фосфорилирование в гликолизе и цикле Кребса. Трансформация энергии в биомембранах. Цепь переноса электронов и окислительное фосфорилирование. Строение и функции мембран митохондрий. Характеристика компонентов электрон-транспортной цепи. H <sup>+</sup> -АТФ-аза митохондрий. Хемиосмотическая теория Митчелла. Разобщители и ингибиторы субстратного и окислительного фосфорилирования. Термодинамическая эффективность гликолиза и дыхания. Световая и темновая стадии фотосинтеза. Фотосинтетическое фосфорилирование. Преобразование химической энергии в механическую в системах биологической подвижности на примере мышечного сокращения. Преобразование энергии при передаче сигнала от гормонов и нейромедиаторов внутрь клетки.	20
4	Регуляция энергетического обмена.	Окислительное фосфорилирование и дыхательный контроль. Использование метаболизма для выработки тепла. Генерация свободных радикалов в клетке. Мембранные механизмы регуляции метаболизма. Активные формы кислорода как вторичные мессенджеры. Токсические эффекты кислорода.	15,05
		Консультации текущие	0,85
		Виды аттестации(зачет)	0,1

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

### 5.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
1	Исследования международных и российских авторов в области	3	5	10

	биоэнергетики. История развития. Основы биоэнергетики			
2	Энергетические механизмы переноса энергии.	4	4	10
3	Молекулярные основы превращения энергии в живых системах.	6	4	10
4	Регуляция энергетического обмена.	4	4	7,05
	Итого	17	17	37,05

### 5.2.2 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Исследования международных и российских авторов в области биоэнергетики. История развития. Основы биоэнергетики.	Обзор источников научно-технической информации, работ международных и российских авторов в области биоэнергетики. Обмен веществ и энергетика. Анаболические и катаболические превращения	1
		Метаболические системы	1
		Стандартная свободная энергия биохимических реакций. Расчет стандартных свободных энергий.	1
2	Энергетические механизмы переноса энергии.	Законы термодинамики.	2
		Высокоэнергетические соединения.	2
3	Молекулярные основы превращения энергии в живых системах.	Современные представления об энергопреобразующих «молекулярных машинах» живой клетки	1
		Трансформация энергии в биомембранах	1
		Хемиосмотическая теория Митчелла. Разобщители и ингибиторы субстратного и окислительного фосфорилирования.	1
		Термодинамическая эффективность гликолиза и дыхания. Использование метаболизма для выработки тепла	1
		Дыхательная цепь.	1
		Преобразование химической энергии в механическую в системах биологической подвижности.	1
4	Регуляция энергетического обмена	Окислительное фосфорилирование и дыхательный контроль.	1
		Генерация свободных радикалов в клетке.	1
		Мембранные механизмы регуляции метаболизма. Активные формы кислорода как вторичные мессенджеры	2

	Итого:	17
--	--------	----

### 5.2.3 Практические занятия (семинары)- не предусмотрены.

### 5.2.4 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Исследования международных и российских авторов в области биоэнергетики. История развития. Основы биоэнергетики.	Извлечение нуклеопротеинов дрожжей. Изучение химического состава рибонуклеопротеинов дрожжей	5
2	Энергетические механизмы переноса энергии.	Количественное определение макроэргических соединений мышц (АТФ и креатинфосфата)	4
3	Молекулярные основы превращения энергии в живых системах.	Титриметрический метод определения активности алькогольдегидрогеназы	4
4	Регуляция энергетического обмена	Количественное определение пировиноградной кислоты в крови колориметрическим методом (по Умбрайту)	4
	Итого:		17

### 5.2.5 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1.	Исследования международных и российских авторов в области биоэнергетики. История развития. Основы биоэнергетики.	Проработка материалов по конспекту лекций (статьи, патенты, учебники, тесты, собеседование, кейс-задание)	3
		Проработка материалов по учебнику (тесты, собеседование, кейс-задание)	3
		Подготовка к защите лабораторных работ (тесты, собеседование, кейс-задание)	4
2.	Энергетические механизмы	Проработка материалов по конспекту лекций (тесты, собеседование, кейс-задание)	3

	переноса энергии.	Проработка материалов по учебнику (тесты, собеседование, кейс-задание)	3
		Подготовка к защите лабораторных работ (тесты, собеседование, кейс-задание)	4
3.	Молекулярные основы превращения энергии в живых системах.	Проработка материалов по конспекту лекций (тесты, собеседование, кейс-задание)	3
		Проработка материалов по учебнику (тесты, собеседование, кейс-задание)	3
		Подготовка к защите лабораторных работ (тесты, собеседование, кейс-задание)	4
4.	Регуляция энергетического обмена	Проработка материалов по конспекту лекций (тесты, собеседование, кейс-задание)	2
		Проработка материалов по учебнику (тесты, собеседование, кейс-задание)	2
		Подготовка к защите лабораторных работ (тесты, собеседование, кейс-задание)	3,05
	Итого:		37,05

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

### 6.1 Основная литература

1. Кутимская, М. А. Физика и биофизика: термодинамика и биоэнергетика : учебное пособие / М. А. Кутимская. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2013. — 142 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156808>.

2. Биоэнергетика. Практикум : учебно-методическое пособие / составитель О. И. Губич. — Минск : БГУ, 2016. — 87 с. — ISBN 978-985-566-258-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180404>.

3. Овчинникова С.И. Основы биоэнергетики: учеб. пособие / С. И. Овчинникова, О. В. Михнюк, Е. Б. Шкуратова, Е. В. Шашкова. — Мурманск : МГТУ, 2016. — 88 с. — ISBN 978-5-86185-883-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142597>

4. Зайцев, С. Ю. Биоэнергетика фотосинтеза : учебно-методическое пособие / С. Ю. Зайцев, Т. А. Садовская. — Москва : МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 2011. — 21 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49925>.

5. Биофизика для инженерных специальностей : учебное пособие : в 2 томах / Е. В. Бигдай, С. П. Вихров, Н. В. Гривенная [и др.] ; под редакцией С. П. Вихрова, В. О. Самойлова. — Рязань : РГРТУ, [б. г.]. — Том 1 : Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика — 2021. — 491 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168153>.

## 6.2 Дополнительная литература

1. Основы биоэнергетики: учебное электронное издание : учебное пособие / Д. С. Дворецкий, М. С. Темнов, Е. И. Акулинин [и др.] ; Тамбовский государственный технический университет. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. — 80 с. : табл., граф., схем., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570391>.

2. Узденский, А. Б. Биоэнергетические процессы : учебное пособие / А. Б. Узденский ; Южный федеральный университет, Физический факультет ЮФУ. — Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2011. — 124 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241180>.

3. Казеев Г.В., Казеева А.В. Биоэнергетика животных (функциональная энергоинформационная система): учебное пособие.— М.: Российский государственный аграрный заочный университет. 2013. <http://www.iprbookshop.ru/20642>

4. Мембранная биоэнергетика [Текст] : учебное пособие для студ., обуч. по спец. 020210 (гриф УМО) / В. П. Скулачев, А. В. Богачев, Ф. О. Каспаринский. - М. : Издательство Московского университета, 2010. - 368 с. - ISBN 978-5-211-05871-2 : 491-00.

5. Скулачев, В. П. Мембранная биоэнергетика : учебное пособие / В. П. Скулачев, А. В. Богачев, Ф. О. Каспаринский. — Москва : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2010. — 368 с. — ISBN 978-5-211-05871-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96187>.

6. Кнорре, Д. Г. Биологическая химия [Текст] : учебник для студ. химич., биологич. и медиц. спец. вузов (гриф МО) / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина. - 3-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2003. - 479 с.

7. Ерохин, В. Г. Основы термодинамики и теплотехники [Текст] : учебник для учащ. сред. спец. учеб. завед. (гриф Пр.) / В. Г. Ерохин, М. Г. Маханько. - 2-е изд. - М. : Либроком, 2009. - 224 с.

8. Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика; пер. в англ. — М.: Мир; Бином. Лаборатория знаний, 2009. — 551 с.

9. Гринюс, Л. Л. Транспорт макромолекул у бактерий [Текст] / Л. Л. Гринюс; отв. ред. В. П. Скулачев. - М. : Наука, 1986. - 238 с.

10. В.Ф. Федоренко [и др.]. Развитие биоэнергетики, экологическая и продовольственная безопасность: монография.— М.: Росинформагротех, 2009. <http://www.iprbookshop.ru/15762>

**Периодические издания:** Биотехнология.

**6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**



1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. – Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/2488>

2. Биоэнергетика [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе обучающихся / Корнеева О.С., Мальцева О.Ю.; ВГУИТ, Кафедра биохимии и биотехнологии. - Воронеж, 2021. - 18 с. Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4985>

#### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoad.ru/">https://npoad.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>

#### 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение и информационные справочные системы: информационная среда для дистанционного обучения «Moodle», автоматизированная информационная база «Интернет-экзамен» и пр.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – ОС Windows, ОС ALT Linux, AdobeReaderXI, Автоматизированная интегрированная библиотечная система «МегаПро».

#### Порядок изучения курса:

- Объем трудоемкости дисциплины – 2 зачетные единицы (72 ч.);
- Виды учебной работы и последовательность их выполнения:
- аудиторная: лекции, лабораторные занятия – посещение в соответствии с учебным расписанием;

- самостоятельная работа: изучение теоретического материала для сдачи тестовых заданий, подготовка и защита лабораторных работ - в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости;

- *График контроля текущей успеваемости обучающихся – рейтинговая оценка;*

- *Состав изученного материала для каждой рубежной точки контроля - тестирование, лабораторная работа;*

- *Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины: рекомендуемая литература, методические разработки, перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»;*

- *Заполнение рейтинговой системы текущего контроля процесса обучения дисциплины – контролируется на сайте [www.vsu.ru](http://www.vsu.ru);*

- *Допуск к сдаче зачета – при выполнении графика контроля текущей успеваемости;*

- *Прохождение промежуточной аттестации – зачет (собеседование и/или тестирование и/или кейс-задания).*

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

**ауд. 414.** Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Акводистиллятор ДЭ-10М, термостат с охлаждением ТСО-1/80, насос вакуумный Vacuum-Sel, баня водяная UT 4329E, насос вакуумный Комовского, испаритель ротационный Heidolph Hei-VAP Value, прибор Сокслета-01 КШ 9/32, прибор Элекс-7М аналог прибора Чижовой, холодильник, ноутбук ASUS, мультимедийный, проектор ACER, экран

**ауд. 403.** Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Ноутбук ASUS, мультимедийный проектор ACER, экран.

**ауд. 419.** Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Микроскоп «МикроМед Р-1» в количестве 12 шт., Микроскоп Е-200 с цифровой камерой Levenhuk C510 NG 5M, холодильник, ноутбук ASUS, мультимедийный проектор ACER, экран

**ауд. 416.** Помещение (Учебная аудитория) для самостоятельной работы обучающихся. Компьютеры: Core i3-5403.06, C2DE4600, ноутбук ASUS, мультимедийный проектор ACER, экран

**ауд. 418.** Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Ферментный анализатор ПЛАГ-И, баня водяная UT 4329E, насос вакуумный Комовского, Поляриметр CM-3, ноутбук ASUS, мультимедийный проектор ACER, экран

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.

Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**БИОЭНЕРГЕТИКА**

## 1 Перечень оцениваемых компетенций

№ п/п	Код	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК – 8	способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности	основные принципы работы с научно-технической информацией	работать с научно-технической информацией	навыками получения научно-технической информации

## 2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Исследования международных и российских авторов в области биоэнергетики. История развития. Основы биоэнергетики.	ПК-8	<i>Банк тестовых заданий</i>	67-70, 84-89, 98-110	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	1-11	Собеседование с преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	47-58	Защита лабораторных работ
2.	Энергетические механизмы переноса энергии	ПК-8	<i>Банк тестовых заданий</i>	78-83, 111-116	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	13-27, 34	Собеседование с преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	59-62	Защита лабораторных работ
3.	Молекулярные основы превращения энергии в живых системах	ПК-8	<i>Банк тестовых заданий</i>	77, 90-96, 117-138	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	12, 28-33, 35-42	Собеседование с преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	49, 63-64	Защита лабораторных работ
4.	Регуляция энергетического обмена.	ПК-8	<i>Банк тестовых заданий</i>	71-76, 97, 139-144	Бланочное или компьютерное тестирование
			<i>Собеседование (вопросы к зачету)</i>	42-46	Собеседование с преподавателем
			<i>Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)</i>	62, 65, 66	Защита лабораторных работ

			работ)		
--	--	--	--------	--	--

### 3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

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


#### 3.1 Тесты (тестовые задания)

**ПК-8 способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности**

№ задания	Тест (тестовое задание)
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
1.	Адиабатный процесс – это: 1) изоэнтальпийный процесс, 2) изохорный процесс
2.	В термодинамике энтропия - это величина, определяемая соотношением: 1) $\Delta S=Q/T$ , 2) $\Delta Q =S/T$
3.	Функция, характеризующая меру неупорядоченности системы в термодинамике, то есть неоднородность движения и расположения ее частиц, называется: 1) термодинамической энтальпией, 2) термодинамической энтропией
4.	Принцип Нернста и говорит о том, что если любой изотермический процесс проведен при абсолютном нуле температуры, то нулю будет равно и: 1) изменение энтальпии системы, 2) изменение энтропии системы
5.	Для синтеза АТФ из АДФ и неорганического фосфата требуется 1) 60,6 кДж энергии на 1 моль АТФ, 2) 30,6 кДж энергии на 1 моль АТФ, 3) 50,6 кДж энергии на 1 моль АТФ
6.	В основе анаболизма лежат процессы 1) Ассимиляции, 2) Диссимиляции
7.	В основе катаболизма лежат процессы 1) Ассимиляции, 2) Диссимиляции
8.	Катаболизм — это ферментативное расщепление сравнительно крупных пищевых молекул — 1) углеводов, жиров и белков, 2) полисахаридов, нуклеиновых кислот, белков или жиров
9.	Анаболизм — это ферментативный синтез сравнительно крупных клеточных компонентов 1) углеводов, жиров и белков, 2) полисахаридов, нуклеиновых кислот, белков или жиров
10.	Ацетил-КоА является активной формой 1) муравьиной кислоты, 2) уксусной кислоты, 3) пировиноградной кислоты
11.	Этап окисления питательных веществ является 1) срединным метаболическим путем распада всех питательных веществ, 2) конечным метаболическим путем распада всех питательных веществ, 3) начальным метаболическим путем распада всех питательных веществ
12.	В процессе сложных окислительных превращений ацетил-КоА распадается до конечных продуктов 1) $CO_2$ и $H_2O$ , 2) $C_2H_5OH$ и $CO_2$
13.	Макроэргические соединения — органические соединения, содержащие 1) бедные энергией (микроэргические) связи, 2) богатые энергией (макроэргические) связи
14.	Гликолиз — сложный многоступенчатый процесс, включающий в себя

	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 15 реакций,</li> <li>2) 10 реакций,</li> <li>3) 5 реакций</li> </ul>
15.	<p>АТФ-синтаза состоит из</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 5 белковых комплексов,</li> <li>2) 2 белковых комплексов,</li> <li>4 белковых комплексов</li> </ul>
16.	<p>Окисление молекулы NADH в ЦПЭ сопровождается образованием</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 3 молекул АТФ,</li> <li>2) 2 молекул АТФ,</li> <li>3) 5 молекул АТФ</li> </ul>
17.	<p>Антиоксиданты (антиокислители, консерванты) — ингибиторы окисления, природные или синтетические вещества, способные</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) замедлять окисление,</li> <li>2) ускорять окисление</li> </ul>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
18.	<p>При исследовании тепловых явлений выделены научные направления:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. термодинамика, изучающая тепловые процессы без учета молекулярного строения вещества;</li> <li>2. молекулярно-кинетическая теория (развитие кинетической теории вещества в противовес теории теплорода).</li> <li>3. термодинамическо-кинетическая теория (развитие кинетической теории вещества в противовес теории теплорода).</li> </ul>
19.	<p>Анаболические превращения направлены на</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) уменьшение и удаление структурно-функциональных компонентов клетки,</li> <li>2) образование и обновление структурно-функциональных компонентов клетки,</li> <li>3) на синтез сложных биомолекул (коферменты, гормоны, белки, нуклеиновые кислоты и др.) из более простых</li> </ul>
20.	<p>В этапы белкового обмена входят:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1). ферментативное расщепление белков пищи до аминокислот,</li> <li>2). всасывание аминокислот в кровь,</li> <li>3). превращение аминокислот в свойственные данному организму,</li> <li>4). биосинтез белков из этих кислот,</li> <li>5). химическое расщепление белков пищи до аминокислот,</li> <li>6) всасывание аминокислот в кровь,</li> <li>7). образование продуктов расщепления аминокислот</li> </ul>
21.	<p>Этапы углеводного обмена:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1). ферментативное расщепление углеводов пищи до моносахаридов,</li> <li>2). всасывание моносахаридов в толстом кишечнике,</li> <li>3). депонирование глюкозы в печени в виде гликогена или ее непосредственное использование,</li> <li>4). расщепление гликогена в печени и поступление глюкозы в кровь,</li> <li>5). окисление глюкозы с выделением CO<sub>2</sub> и воды,</li> <li>6). всасывание моносахаридов в тонком кишечнике</li> </ul>
22.	<p>В состоянии полного физического и психического покоя организм расходует энергию на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) постоянно совершающиеся химические процессы;</li> <li>2) механическую работу, выполняемую отдельными органами (сердце, дыхательные мышцы, кровеносные сосуды, кишечник и др.);</li> <li>3) постоянную деятельность железисто-секреторного аппарата</li> </ul>
23.	<p>Аденозинтрифосфат, АТФ — нуклеотид, трифосфорный эфир аденозина, содержащий</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) аденин,</li> <li>2) углевод рибозу,</li> <li>3) три остатка фосфорной кислоты</li> </ul>
24.	<p>Аденозинтрифосфатазы, АТФазы — ферменты класса гидролаз широко распространенные в клетках всех организмов и обеспечивающие использование энергии АТФ для осуществления различных процессов жизнедеятельности.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) осуществляют гидролиз АТФ путем отщепления или одной фосфатной группы с образованием аденозиндифосфата (АДФ) и неорганического фосфата, или двух фосфатных групп с образованием аденозинмонофосфата (АМФ) и пиродифосфата.</li> <li>2) осуществляют активный перенос ионов, аминокислот, нуклеотидов, сахаров и др. веществ через биологические мембраны, создание и поддержание градиентов</li> </ul>

	концентраций ионов (ионных градиентов) по обе стороны биологических мембран. 3) осуществляют пассивный перенос ионов, аминокислот, нуклеотидов, сахаров и др. веществ через биологические мембраны, создание и поддержание градиентов концентраций ионов (ионных градиентов) с внутренней стороны биологических мембран
25.	Макроэргические соединения: 1) гуанозинтрифосфат, 2) уридинтрифосфат, 3) тимидинтрифосфат, 4) инозинтрифосфат (ИТФ), 5) фосфорная кислота
26.	В митохондриях локализовано несколько метаболических процессов: 1. превращение пирувата в ацетил-КоА с помощью пируватдегидрогеназного комплекса; 2. цитратный цикл и дыхательная цепь, сопряженные с синтезом АТФ; 3. $\beta$ -окисление жирных кислот и частично цикл мочевины; 4. резервный креатинкиназный путь синтеза АТФ; 5. митохондрии являются депо $Ca^{2+}$ , которое с помощью ионных насосов поддерживает низкий уровень иона в цитоплазме
27.	Дыхательная цепь митохондрий состоит из трех изопотенциальных групп: 1) НАД <sup>+</sup> /НАД-Н с потенциалом около $-0,34$ В (если окисляемый субстрат — сукцинат), 2) цитохром <i>b</i> и кофермент Q с $\varphi \approx 0$ , 3) цитохромы <i>c</i> и <i>a</i> и другие звенья с $\varphi \approx 0,275$ В
28.	В пируватдегидрогеназной реакции и в цикле Кребса происходит дегидрирование (окисление) субстратов: 1) пируват, 2) изоцитрат, 3) глюкоза, 4) $\alpha$ -кетоглутарат, 5) сукцинат, 6) малат
29.	Субстраты тканевого дыхания подразделяются на 2 группы: 1) НАД-зависимые – субстраты цикла Кребса изоцитрат, $\alpha$ -кетоглутарат и малат. Это также пируват, гидроксibuтират и $\beta$ -гидрокси-ацил~КоА, глутамат и некоторые другие аминокислоты. 2) ФАД-зависимые – сукцинат, глицерол-3-фосфат, ацил~КоА и некоторые другие. Водород от ФАД-зависимых субстратов передаётся на II-й комплекс дыхательной цепи. 3) НАД-независимые – субстраты цикла Кребса изоцитрат, $\alpha$ -кетоглутарат и малат. Это также пируват, гидроксibuтират и $\beta$ -гидрокси-ацил~КоА, глутамат и некоторые другие аминокислоты.
30.	Убихинон – небольшая липофильная молекула, по химическому строению представляющая собой _____ с длинной боковой цепью (число изопреноидных единиц колеблется от 6 у бактерий до 10 у млекопитающих)
31.	Следующие первичные радикалы образуются в организме в результате ферментативных реакций: 1) Радикалы переносчиков электронов в дыхательной цепи: убисемихинон (радикал коэнзима Q) и флавиновые радикалы, 2) Супероксид, образующийся ферментом NADPH-оксидазой в мембранах ряда клеток, в первую очередь, фагоцитов, либо в дыхательной цепи митохондрий, 3) Монооксид азота NO
<b>В (открытого типа)</b>	
32.	Термодинамика - раздел _____ или _____, в котором исследуется превращение движения в теплоту и наоборот.
33.	_____ открыл закон сохранения и превращения энергии (1841) на основе исследования энергетических процессов в организме человека
34.	Формула $Q = \Delta U + A$ выражает _____ закон термодинамики

35.			изображены энергетические потоки между _____ и _____
36.	В _____ процессе ( $V = \text{const}$ ) газ работы не совершает, $A = 0$ : $Q = \Delta U = U(T_2) - U(T_1)$ .		
37.	В _____ процессе ( $p = \text{const}$ ) работа, совершаемая газом, выражается соотношением $A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$		
38.	Работа газа в _____ процессе выражается через температуры $T_1$ и $T_2$ начального и конечного состояний $A = C_V(T_2 - T_1)$		
39.	_____ процессом может быть назван такой процесс, обратный которому может протекать только как одно из звеньев более сложного процесса		
40.	Формулировка 2го термодинамического закона Р. Клаузиусом: невозможно перевести тепло от _____ системы к _____ при отсутствии одновременных изменений в обеих системах или окружающих телах		
41.	Формулировка 2го термодинамического закона У. Кельвином: невозможно осуществить такой _____ процесс, единственным результатом которого было бы за счет теплоты, взятой от одного источника		
42.	Уравнение _____ : $S = k \cdot \ln w$ , где S- _____		
43.	Нулевой закон термодинамики Говарда Фаулера гласит: Две системы, находящиеся в тепловом равновесии с третьей, находятся в равновесии и друг с другом. При этом все три системы характеризуются _____ значением определяющего это равенство параметра - _____.		
44.	Под стандартной свободной энергией биохимических реакций $\Delta G^0$ понимается ее изменение в реакциях, протекающих в следующих стандартных условиях: концентрации компонентов реакции _____ моль/л, температура _____ К, давление _____ кПа и рН среды _____		
45.	Реакция фосфорилирования глюкозы свободным фосфатом с образованием глюкозо-6-фосфата является _____ : $\text{Глюкоза} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Глюкозо-6-фосфат} + \text{H}_2\text{O}$ ( $\Delta G = +$ _____ кДж/моль)		
46.	АТФ _____ во время дыхания за счет химической энергии, высвобождаемой при окислении таких органических веществ, как глюкоза, и во время фотосинтеза — за счет _____		
47.	Обмен веществ и энергии — это совокупность _____, _____ и _____ процессов превращения веществ и энергии в организме человека и обмен веществами и энергией между организмом и окружающей средой		
48.	Окисление жирных кислот до ацетата катализируется набором ферментов, локализованных в _____, тогда как синтез жирных кислот из ацетата осуществляется с помощью другого набора ферментов, локализованных в _____		
49.	В биохимии под "высокоэнергетическими" соединениями понимаются лабильные вещества, гидролиз которых в физиологических условиях сопровождается значительным _____ $\Delta G$		
50.	При избыточном поступлении жиров с пищей он переходит в _____ в печени или откладывается в запас		
51.	АТФ образуется в _____ из АДФ в результате _____ при переносе электронов в _____ цепи или в результате фосфорилирования на уровне субстрата		
52.	Креатин (К) — N-метилгуанидинуксусная кислота, присутствующая в _____ позвоночных гл. обр. в форме _____		
53.	АТФсинтаза - основной фермент, катализирующий образование _____		
54.	В митохондриях работа _____ цепи сопровождается переносом ионов _____ в противоположном направлении: протоны выходят из матрикса наружу, в результате этого электрический потенциал со стороны матрикса понижается		
55.	Цикл Кребса состоит из _____ стадий		
56.	Фотосинтез представляет собой ряд фотофизических и биохимических процессов, в результате которых растения за счет энергии солнечного света синтезируют _____		

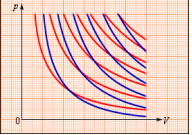
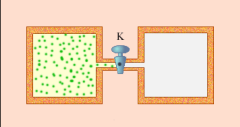
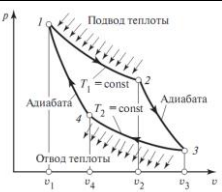
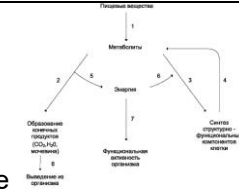
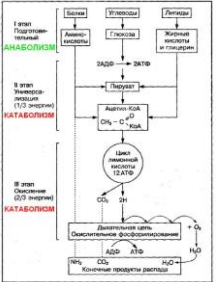

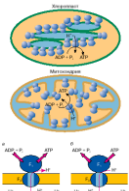
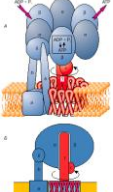


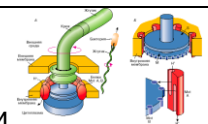
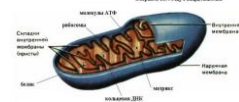
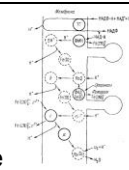
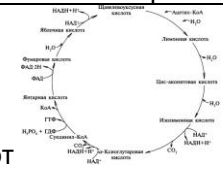
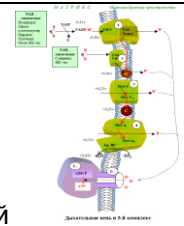
57.	Световыми стадиями фотосинтеза принято называть совокупность процессов, в результате которых за счет энергии света синтезируются молекулы _____ и происходит образование _____
58.	Темновыми стадиями фотосинтеза называют совокупность биохимических реакций, в результате которых происходит усвоение растениями _____ и образование _____
59.	Основное предположение теории Митчелла состоит в том, что коэффициент прямого сопряжения окисления и фосфорилирования равен _____
60.	Из теории Митчелла следует, что энергия дыхания, трансформированная из химической формы в электрическую и осмотическую, может вновь перейти в химическую форму при синтезе _____ или обратном переносе электронов
61.	Окислительно-восстановительные реакции, сопряженные с фосфорилированием, протекают в условиях, близких к _____
62.	Гликолиз – это последовательность ферментативных реакций, приводящих к превращению _____ в _____ с одновременным образованием _____
63.	Первой ферментативной реакцией гликолиза является _____, т.е. перенос остатка _____ на глюкозу за счет _____. Реакция катализируется ферментом _____
64.	Второй реакцией гликолиза является превращение глюкозо-6-фосфата под действием фермента глюкозо-6-фосфат-изомеразы в _____
65.	Третья реакция катализируется ферментом фосфофруктокиназой; образовавшийся _____ вновь фосфорилируется за счет второй молекулы _____
66.	Четвертую реакцию гликолиза катализирует фермент альдолаза. Под его влиянием _____ расщепляется на две _____
67.	Пятая реакция – это реакция изомеризации _____. Она катализируется ферментом триозофосфатизомеразой
68.	В результате шестой реакции _____ в присутствии фермента глицеральдегидфосфатдегидрогеназы, кофермента NAD <sup>+</sup> и неорганического фосфата подвергается своеобразному окислению с образованием _____ кислоты и восстановленной формы _____
69.	Седьмая реакция катализируется фосфоглицераткиназой; при этом происходит передача богатой энергией фосфатного остатка (фосфатной группы в положении 1) на _____ с образованием _____ и _____
70.	Восьмая реакция сопровождается внутримолекулярным переносом оставшейся фосфатной группы, и _____ превращается в _____. Реакция легкообратима, протекает в присутствии ионов Mg <sup>2+</sup>
71.	Девятая реакция катализируется ферментом енолазой, при этом _____ в результате отщепления молекулы воды переходит в _____, а фосфатная связь в положении 2 становится высокоэнергетической
72.	Десятая реакция характеризуется разрывом высокоэнергетической связи и переносом фосфатного остатка от _____ на _____ (субстратное фосфорилирование). Катализируется ферментом пируваткиназой
73.	В результате одиннадцатой реакции происходит восстановление _____ и образование _____. Реакция протекает при участии фермента лактатдегидрогеназы и кофермента NADH, образовавшегося в шестой реакции
74.	АТФ-синтаза (H <sup>+</sup> -АТФ-аза) - интегральный белок _____ мембраны митохондрий
75.	В большинстве эукариотических клеток синтез основного количества АТФ происходит _____ митохондрии
76.	В живых клетках в сравнительно большом количестве образуются радикалы при одноэлектронном восстановлении молекулярного _____
77.	В условиях нормы около 98% молекулярного _____ подвергается тетравалентному восстановлению с образованием H <sub>2</sub> O в митохондриях в биологическом процессе, связанном с генерацией АТФ
78.	Автотрофные организмы, к которым принадлежат растения и многие микроорганизмы, могут _____ органические молекулы из неорганических предшественников (CO <sub>2</sub> ), к примеру, за счет _____

### 3.2. Кейс - задания

**ПК-8 способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности**

**Задание: Дать развернутые ответы на следующие задания**

Номер вопроса	Текст задания
79.	$Q = \Delta U = U(T_2) - U(T_1)$ . Какой процесс описывает формула и почему Вы так считаете?
80.	$A = p(V_2 - V_1) = p \Delta V$ . Какой процесс описывает формула и почему Вы так считаете?
81.	$Q = U(T_2) - U(T_1) + p(V_2 - V_1) = \Delta U + p \Delta V$ . Какой закон описывает формула? Что происходит при $Q > 0$ и $Q < 0$ ?
82.	Опишите процесс, выражаемый формулой $Q = A$ .
83.	<p>Опишите процессы, изображенные на картинке</p> 
84.	<p>Опишите процессы, изображенные на картинке</p> 
85.	<p>По картинке опишите происходящее в цикле Карно</p> 
86.	<p>Опишите схему обмена веществ и энергии по картинке</p> 
87.	<p>Опишите схему с точки зрения биоэнергетики</p> 
88.	Опишите этапы белкового обмена с точки зрения биоэнергетики
89.	Опишите этапы жирового обмена с точки зрения биоэнергетики
90.	Опишите углеводного обмена с точки зрения биоэнергетики
91.	<p>Описать процессы гликолиза и его связь с процессами дыхания и брожения</p> 
92.	<p>Опишите работу ATP синтаз в мембранах хлоропластов и митохондрий</p> 
93.	<p>Описать строение и функционирование ATP синтазы</p> 

94.	 <p>Описать схему вращения электромотора бактерии</p>
95.	 <p>Опишите строение митохондрий и метаболические процессы, протекающие в них</p>
96.	 <p>Поясните локализацию дыхательной цепи в митохондриальной мембране</p>
97.	 <p>Поясните основные моменты цикла трикарбоновых кислот</p>
98.	 <p>Поясните процессы в дыхательной цепи во внутренней мембране митохондрий</p>

### 3.3 Собеседование (вопросы к зачету, защите лабораторных работ)

**ПК-8 способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности**

№ задания	Формулировка задания
99.	Термодинамика. Биоэнергетика. Определения
100.	Развитие термодинамики. формирование представлений о превращении энергии
101.	Ученые в термодинамике
102.	Сущность энергии
103.	1 Закон термодинамики
104.	2 Закон термодинамики
105.	3 Закон термодинамики
106.	4 Закон термодинамики
107.	Стандартная свободная энергия биохимических реакций
108.	Эндергонические и экзергонические реакции
109.	Понятия энтропии, энтальпии, свободной энергии.
110.	Структурные особенности энергопреобразующих органелл живой клетки (хлоропластов, митохондрий, хромопластов).
111.	Локализация и свойства атф и адф
112.	Катаболические и анаболические превращения
113.	Катаболические, анаболические и амфиболические пути
114.	Метаболические системы организмов
115.	Макроэргические соединения
116.	Энергетический обмен
117.	Бескислородное окисление (гликолиз)
118.	Вращающиеся моторы живой клетки
119.	Протонные атрсинтазы (общая характеристика)
120.	Строение атрсинтазы
121.	Ротор и статор атрсинтазы
122.	Доказательства вращения молекулярного мотора
123.	Протонный канал атрсинтазы
124.	Описание митохондрий

125.	Цикл трикарбоновых кислот
126.	Преобразование энергии в хлоропластах
127.	Экспериментальные исследования хемиосмотического сопряжения (из теории Митчелла)
128.	Теория Митчелла
129.	Электронно-конформационные взаимодействия
130.	Субстратное фосфорилирование в гликолизе и цикле Кребса
131.	Трансформация энергии в биомембранах
132.	Цепь переноса электронов и окислительное фосфорилирование
133.	Строение и функции мембран митохондрий
134.	Характеристика компонентов электрон-транспортной цепи. $H^+$ -АТФ-аза митохондрий
135.	Разобшители и ингибиторы субстратного и окислительного фосфорилирования
136.	Термодинамическая эффективность гликолиза и дыхания
137.	Фотосинтез. Строение хлоропластов. Суммарная схема фотосинтеза
138.	Окислительное фосфорилирование и дыхательный контроль
139.	Использование метаболизма для выработки тепла
140.	Генерация свободных радикалов в клетке
141.	Мембранные механизмы регуляции метаболизма
142.	Активные формы кислорода как вторичные мессенджеры
143.	Живые клетки – открытые термодинамические системы
144.	Современные представления об энергопреобразующих «молекулярных машинах» живой клетки

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 – 2017 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 – 2017 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине «**Биотехнология**» применяется бально-рейтинговая система оценки обучающегося.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено /не зачтено)	Уровень освоения компетенции
<b>ПК-8 - способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности</b>					
<b>Знать</b> основные принципы работы с научно-технической информацией	Тестирование (коллоквиум, зачет)	Результат тестирования	количество правильных ответов более 60 %	Зачтено	Освоено (продвинутый)
			количество правильных ответов менее 60 %	Не зачтено	Не освоено (недостаточный)
	Собеседование (экзамен, зачет)	Уровень владения материалом	обучающийся ответил на все вопросы и не допустил ошибки	Зачтено	Освоено (продвинутый)
			обучающийся в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоено (недостаточный)
<b>Уметь</b> работать с научно-технической информацией	Собеседование (защита лабораторных работ)	Выполнение лабораторных работ	обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоено (продвинутый)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоено (недостаточный)
<b>Владеть</b> навыками получения научно-технической информации	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	Зачтено	Освоено (продвинутый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Не зачтено	Не освоено (недостаточный)