

# ПРОГРАММА

## Федерального интернет-экзамена для выпускников бакалавриата и специалитета (ФИЭБ)

### Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология

### Уровень высшего образования

### БАКАЛАВРИАТ

Федеральный интернет-экзамен для выпускников бакалавриата и специалитета (ФИЭБ) – внешняя независимая оценка качества подготовки бакалавров и специалистов.

Цель ФИЭБ – оценка индивидуальных результатов освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) на соответствие требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) по направлениям подготовки и специальностям.

ФИЭБ проводится в вузах – базовых площадках, в оборудованных компьютерами аудиториях в режиме online. Продолжительность экзамена составляет 180 минут.

В рамках ФИЭБ студент получает экзаменационный билет, состоящий из двух частей. Экзаменационный билет представлен педагогическими измерительными материалами (ПИМ) в тестовой форме.

**Первая часть ПИМ** представляет собой полидисциплинарное тестирование. В первой части студенту предлагается 20 тестовых заданий по определенному перечню дисциплин (предметных полей). Для определения конкретных дисциплин (предметных полей), которые войдут в этот перечень, студенту необходимо самостоятельно осуществить выбор дисциплин (предметных полей) из предложенного списка. Студент должен **выбрать не менее 4 дисциплин (предметных полей)** из предложенных. Комплект заданий первой части ПИМ формируется методом случайной выборки.

**Вторая часть ПИМ** включает междисциплинарные кейс-задания, которые соответствуют типам задач профессиональной деятельности, определенным в Федеральном государственном образовательном стандарте по данному направлению подготовки (уровень высшего образования – бакалавриат).

Кейс-задание представлено общим фрагментом, в котором обозначена практико-ориентированная ситуация, и заданиями в тестовой форме, выполняя которые студент демонстрирует готовность к решению профессиональных задач в соответствии с конкретным типом задач профессиональной деятельности. Общий фрагмент может содержать дополнительные материалы – документы в виде файлов для скачивания и последующей работы с ними. Студенту необходимо самостоятельно **выбрать 3 типа задач профессиональной деятельности ФГОС** в соответствии с программой экзамена по направлению подготовки, ориентируясь на конкретную ОПОП, по которой он завершает обучение.

Результаты ФИЭБ оцениваются следующим образом. Каждое правильно выполненное задание первой части позволяет набрать студенту 2 балла. Результаты выполнения первой части ПИМ оцениваются с учетом частично выполненных заданий. Максимальное количество баллов, которое может получить студент, правильно выполнивший задания первой части, составляет **40 баллов**. Максимальное количество баллов за правильное выполнение конкретной подзадачи междисциплинарного кейса устанавливается с учетом его сложности. Правильно выполненные кейс-задания второй части ПИМ позволяют набрать студенту **60 баллов**. За верное выполнение всех заданий экзаменационного билета (ПИМ) можно получить максимально **100 баллов**.

## Часть 1 ПИМ

Студенту предлагается 20 тестовых заданий по определенному перечню дисциплин (предметных полей). Студент должен выбрать **не менее 4 дисциплин** (предметных полей) из предложенных.

### Биотехнология растений

#### Стерильность как основа микроклонального размножения растений

Виды стерилизации химической посуды и питательной среды. Оборудование для стерилизации, устройство, принцип работы. Принцип работы дистиллятора. Термическая обработка. Моющие средства. Состав основных моющих средств. Стерилизация ультрафиолетом. Режим стерилизации растительного материала. Стерилизация спиртом. Концентрация, режим стерилизации.

#### Питательные среды для культивирования в условиях *in vitro*

Виды питательных сред. Питательная среда по прописи Мурашиге и Скуга (MS). Питательная среда Woodyplantmedium (WPM). Химические реактивы для приготовления раствора макросолей среды MS. Приготовление штокового раствора макросолей. Химические реактивы для приготовления штокового раствора микросолей среды MS. Приготовление штокового раствора хелата железа. Приготовление штоковых растворов витаминов. Химические реактивы для приготовления штоковых растворов фитогормонов. Приготовление питательной среды.

#### Введение в культуры *in vitro*

Ламинарные боксы с горизонтальным и вертикальным потоком. Подготовка рабочего места. Техника безопасности при работе в ламинаре. Работа со скальпелем со сменным лезвием. Фактор травмирования растений при введении в культуру тканей. Размер экспланта. Принцип размещения экспланта в питательную среду. Завершение работ по введению *in vitro*. Культуральная комната. Режим выращивания. Световой и температурный режим.

#### Регуляция роста и развития растений в культуре *in vitro*

Фитогормоны и другие стимуляторы для роста и адаптации растений. Участие фитогормонов в разных периодах жизненного цикла растений. Индолилмасляная кислота (ИМК). Индолилуксусная кислота ( $\beta$ -ИУК). Нафтилуксусная кислота (НУК). 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д). Кинетин (Кин). 6-бензиламинопурин (6-БАП). Зеатин (Зеа). 2-изопентениладенин (2ip). Гибберелловая кислота (ГКЗ). Процесс ризогенеза у растений.

#### Адаптация растений к окружающей среде

Процедура адаптации меристемных растений к окружающей среде. Процесс пересадки. Виды субстрата. Полив. Температурный режим. Освещенность. Изменение влажности среды. Отсутствие устьиц на листьях у растений. Водный стресс. Формирование корневой системы. Подкормка комплексными удобрениями. Приживаемость в нестерильных условиях.

### Список литературы

1. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии : учеб. пособие для студентов вузов / В. В. Бирюков. – М. : КолосС, 2004. – 296 с.
2. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии : учеб. пособие для студентов хим.-технолог. спец. вузов / З. Е. Гольбрайх, Е. И. Маслов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 2004. – 384 с.
3. Зимон, А. Д. Коллоидная химия : учеб. для студентов вузов / А. Д. Зимон, Н. Ф. Лещенко; Моск. гос. технол. акад. (МГТА). – М. : АГАР, 2003. – 317 с.

4. Комов, В. П. Биохимия : учеб. для вузов по направлению «Биотехнология» / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – М. : Дрофа, 2004. – 638 с.
5. Сельскохозяйственная биотехнология : учеб. для студентов вузов / В. С. Шевелуха, [и др.]; под ред. В. С. Шевелухи. – М. : Высшая школа, 2008. – 710 с.
6. Чумаков, М. И. Механизм агробактериальной трансформации растений / М. И. Чумаков. – Саратов : Слово, 2001. – 256 с.

## **Микробиология**

### **Микробиология и история ее развития**

Предмет, задачи, объекты изучения микробиологии. Открытие микроорганизмов. Основные этапы развития микробиологии. Значение научной деятельности Луи Пастера в развитии микробиологии. Общая характеристика основных групп микроорганизмов. Организация работы микробиологической лаборатории.

### **Морфология микроорганизмов**

Размеры и форма микроорганизмов. Морфология прокариотной клетки. Морфология вирусов.

### **Физиология микроорганизмов**

Химический состав прокариотной клетки. Питание бактерий (конструктивный метаболизм прокариот). Дыхание прокариот (энергетический метаболизм). Закономерности роста и размножения бактерий. Размножение вирусов и методы их культивирования. Регуляторные системы прокариот (механизмы саморегуляции).

### **Генетика микроорганизмов**

Особенности строения генетического аппарата прокариот. Особенности репликации ДНК эубактерий. Формы обмена генетическим материалом у бактерий. Роль генетической информации в регуляции и контроле метаболизма прокариот. Механизмы изменчивости бактерий. Роль внехромосомных факторов наследственности и транспонируемых элементов. Плазмиды.

### **Систематика микроорганизмов и характеристики основных групп прокариот**

Основные термины, принятые в микробиологии для обозначения таксономических структур и сообществ микроорганизмов. Проблемы систематики микроорганизмов. Современная классификация и номенклатура микроорганизмов. Основные принципы классификации вирусов и характеристика некоторых представителей царства *Virga*.

## **Список литературы**

1. Василькин, В. М. Организация работы микробиологической лаборатории / В. М. Василькин, Ю. А. Боряева, Н. В. Василькин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2018.
2. Гусев, М. В. Микробиология : учеб. для вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – 6-е изд., стер. – М. : Academia, 2006. – 464 с.
3. Емцев, В. Г. Микробиология : учеб. для вузов / В. Г. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М. : Дрофа, 2005. – 446 с.
4. Криворотова, Т. Н. Общая микробиология [Электронный ресурс] : лабораторный практикум для бакалавриата / Т. Н. Криворотова, Д. М. Пачкунов, Н. А. Иванова. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2023. – 95 с.
5. Кузнецова, Е. А. Общая биология и микробиология : учеб.-метод. пособие для высшего профессионального образования / Е. А. Кузнецова, Л. В. Черепнина. – Орел : ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2013. – 306 с.
6. Лавренчук, Л. С. Микробиология : практикум / Л. С. Лавренчук, А. А. Ермошин. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 107 с.

7. Нетрусов, А. И. Микробиология : учеб. для студентов вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Академия, 2012. – 384 с.
8. Павлович, С. А. Микробиология с микробиологическими исследованиями : учеб. пособие / С. А. Павлович. – Минск : Высшая школа, 2009. – 502 с.
9. Современная микробиология. Прокариоты : учеб. пособие. В 2 т. Т. 1 / под ред. Й. Ленгера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. – М. : Мир, 2005. – 654 с.
10. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – М. : Дрофа, 2004. – 256 с.
11. Фирсов, Н. Н. Краткий словарь микробиологических терминов : учеб. пособие / Н. Н. Фирсов. – 2-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2002. – 192 с.

## **Основы молекулярной биотехнологии**

### **Молекулярно-биологические основы молекулярной биотехнологии**

Структура ДНК и РНК. Генетический код. Репликация ДНК. Репарация ДНК. Молекулярные механизмы реализации генетической информации: транскрипция, процессинг, трансляция. Основные структурные и регуляторные элементы генома. Строение генов прокариот и эукариот. Регуляция транскрипции у бактерий и эукариот.

### **Методы молекулярной биотехнологии**

Методы секвенирования ДНК. Полимеразная цепная реакция. Полимеразная цепная реакция в режиме реального времени. Реакция рестрикции. Лигирование. Реакция обратной транскрипции. Методы выделения ДНК и РНК. Электрофорез нуклеиновых кислот и белков. Саузерн-блоттинг. Нозерн-блоттинг. Вестерн-блоттинг.

### **Технология рекомбинантной ДНК**

Ферменты генетической инженерии. Эндонуклеазы рестрикции. ДНК-лигаза. ДНК-полимераза. Обратная транскриптаза. Ферменты модифицирующие концы ДНК. Методы получения ДНК-вставок. Векторные молекулы ДНК. Виды векторов. Плазмидные векторы: общие требования и структура. Векторы на основе вирусов. Методы конструирования рекомбинантных молекул ДНК *in vitro*. Рестриктазно-лигазный метод. Методы отбора гибридных клонов.

### **Генетическая трансформация прокариот и дрожжей**

Векторы для трансформации прокариот. Плазмидные векторы. Векторы на основе бактериофагов. Космиды. Искусственная бактериальная хромосома. Искусственная дрожжевая хромосома. Получение компетентных клеток. Способы трансформации бактериальных клеток. Способы трансформации дрожжевых клеток. Отбор успешно трансформированных клонов.

### **Генетическая инженерия растений, животных и насекомых**

Векторы для трансформации растений. Методы переноса генов в растительные клетки. Векторные системы на основе T1-плазмиды. Технология трансформации растений T1-плазмидой. Методы прямого переноса генов в растение. Биологическая баллистика. Применение трансгенных растений. Векторные системы для генетической трансформации клеток животных. Векторные системы на основе вирусов. Введение молекул ДНК в клетки млекопитающих. Технологии получения трансгенных животных. Применение генетически модифицированных клеток животных и насекомых. Применение трансгенных животных.

## **Список литературы**

1. Абрамова, З. И. Введение в генетическую инженерию : учеб. пособие для студентов по курсу «Генная инженерия» / З. И. Абрамова. – Казань : Казанский университет, 2008. – 169 с.

2. Белясова, Н. А. Молекулярная биотехнология : электронный курс лекций для студентов специальности «Биотехнология». – Минск : БГТУ, 2012. – 173 с.
3. Глик, Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак; пер. с англ. – М. : Мир, 2002. – 589 с.
4. Гончаренко, Г. Г. Основы генетической инженерии : метод. пособие / Г. Г. Гончаренко, отв. ред. Л. В. Хотылева. – Гомель : УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2003. – 118 с.
5. Огурцов, А. Н. Молекулярная биотехнология. Фундаментальные и прикладные аспекты : учеб. пособие / А. Н. Огурцов. – Х. : НТУ «ХПИ», 2012. – 432 с.
6. Молекулярная биотехнология : учеб. пособие / А. Б. Саткеева, К. А. Сидорова. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2023. – 112 с. – URL: <https://gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2023/satkeeva.pdf>.
7. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия : учеб.-справ. пособие / С. Н. Щелкунов. – Новосибирск : Сиб. универ. изд-во, 2008. – 514 с.

## **Пищевые и биологические добавки**

### **Общие сведения о пищевых добавках. Классификация пищевых добавок**

Основные понятия пищевых добавок. Классификация пищевых добавок в зависимости от их назначения. Гигиеническая регламентация пищевых добавок в продуктах питания. Меры токсичности веществ. Установление безопасности пищевых добавок.

### **Вещества, улучшающие внешний вид продуктов. Натуральные и синтетические пищевые красители**

Натуральные (природные) красители, их химическая природа, свойства и способы получения. Каротиноиды, хлорофиллы, кармин, куркумины. Энокраситель, сахарный колер. Рибофлавины. Синтетические красители: индигокармин, тартразин. Биологическая активность натуральных красителей. Запрещенные к использованию в России синтетические красители. Минеральные (неорганические) красители.

### **Вещества, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов**

Классификация загустителей и гелеобразователей (желатин, крахмал и модифицированные крахмалы, целлюлоза и ее производные, пектиновые вещества, полисахариды морских растений, альгиновая кислота). Механизм образования гелевой структуры, комплексообразующая способность различных пектинов. Применение загустителей и гелеобразователей в пищевых технологиях. Основные поверхностно-активные вещества. Монодиацилглицерины и их производные. Фосфолипиды. Эфиры сорбита. Производные карбоновых кислот и высших жирных кислот.

### **Вещества, влияющие на вкус и аромат пищевых продуктов**

Подслащивающие вещества. Классификация сладких веществ. Подсластители и сахарозаменители. Синтетические (интенсивные) подсластители. Сахарозаменители. Смеси подсластителей. Ароматизаторы. Эфирные масла и душистые вещества. Ароматические эссенции.

### **Пищевые добавки, замедляющие микробную и окислительную порчу пищевого сырья и готовых продуктов**

Консерванты – вещества, продлевающие срок хранения продуктов путем защиты их от порчи, вызванной микроорганизмами. Бактерицидное и бактериостатическое действие этих веществ. Основные требования, предъявляемые к консервантам, их химическая природа, области применения. Диоксид серы. Сорбиновая кислота и ее соли. Бензойная кислота и ее соли (бензоаты). Уротропин. Дифенил. Муравьиная кислота и ее соли (формиаты). Пропионовая кислота. Лимонная кислота.

## **Список литературы**

1. Биотехнология : учеб. и практикум для академического. В 2 ч. Ч. 2 / Е. А. Живухина [и др.]. – М., 2019. – 218 с.
2. Нечаев, А. П. Пищевые добавки : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению «Технология продуктов питания» / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. – М. : Колос, 2001. – 256 с.
3. Лапина, Т. П. Пищевые и биологические активные добавки : учеб. пособие / Т. П. Лапина. – Томск, 2005. – 96 с.

## **Промышленная биотехнология**

### **Предмет промышленной биотехнологии и ее значение**

Предмет биотехнологии. Преимущества биотехнологических процессов. Биотехнология в медицине. Биотехнология в пищевой промышленности. Биотехнология в сельском хозяйстве. Экологическая биотехнология. Биотехнология и энергетика. Другие приложения биотехнологии.

### **Типовая схема и основные стадии биотехнологических производств**

Биотехнологическая стадия. Подготовительные стадии. Разделение жидкости и биомассы. Выделение продуктов биосинтеза. Очистка продукта. Концентрирование продукта. Получение готовой формы продукта. Очистка стоков и выбросов. Виды продуктов по их месту в типовой технологической схеме. Блок-схемы биотехнологических производств.

### **Стехиометрия процессов культивирования микроорганизмов**

Основные принципы стехиометрии. Вывод «формулы» биомассы микроорганизмов. Расчет выхода биомассы. Определение стехиометрических соотношений. Расчет тепла.

### **Основные методы промышленной биотехнологии**

Отстаивание и осаждение. Центрифугирование и сепарация. Фильтрация. Флотация. Ионный обмен. Адсорбция. Хроматография. Микрофильтрация. Диализ. Ультрафильтрация. Обратный осмос. Дезинтеграция клеток.

### **Материально-тепловые балансы биотехнологических производств**

Производство аминокислот. Производство этанола из крахмалсодержащего сырья. Производство белково-витаминной кормовой добавки на зерновой послеспиртовой барде. Гидролизное производство. Расчет оборудования биотехнологических производств.

## **Список литературы**

1. Биотехнология : учеб. для вузов / И. В. Тихонов [и др.]; под ред. Е. С. Воронина. – М. : ГИОРД, 2008. – 704 с.
2. Биотехнология органических кислот и белковых препаратов : учеб. пособие / Е. И. Муратова, О. В. Зюзина, О. Б. Шуняева. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 80 с.
3. Биотехнология промышленная [Электронный ресурс] : методические указания / О. В. Зюзина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017.
4. Кантере, В. М. Основы проектирования предприятий микробиологических производств : учеб. пособие / В. М. Кантере [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1990. – 302 с.
5. Кантере, В. М. Теоретические основы технологии микробиологических производств : учеб. для вузов / В. М. Кантере – М. : Агропромиздат, 1990. – 272 с.
6. Кулев, Д. Х. Биосинтез и выделение лимонной кислоты и амилолитических ферментов / Д. Х. Кулев, Н. Ю. Шарова. – М. : ДеЛи принт, 2008. – 128 с.
7. Основы промышленной биотехнологии : учеб. пособие для студентов высших учеб. заведений / В. В. Бирюков. – М. : Колосс, 2004. – 296 с.
8. Промышленная биотехнология / под ред. Н. С. Егорова. – М. : Высшая школа, 1989. – 688 с.

9. Расчет материальных и тепловых балансов. Расчет и подбор оборудования биотехнологических производств : учеб.-метод. пособие для студентов вузов / Н. С. Ручай, Р. М. Маркевич. – Минск : БГТУ, 2004. – 76 с.

## **Экологическая биотехнология**

### **Общие сведения об экосистемах, видах загрязнения и методах очистки объектов окружающей среды**

Общие понятия об экосистемах. История становления экологической биотехнологии. Виды загрязнений. Источники загрязнений. Ксенобиотики. Токсиканты и супертоксиканты. Биологическое загрязнение. Законодательные и эколого-экономические механизмы реализации природоохранных технологий.

### **Биологическая очистка сточных вод и водоподготовка**

Сточные воды как объекты очистки. Общие принципы очистки сточных вод. Биологические методы очистки сточных вод. Аэробная биологическая очистка. Анаэробная биологическая очистка. Технологические схемы многостадийной биологической очистки сточных вод. Удаление биогенных элементов из сточных вод. Обезвоживание осадков очистных сооружений. Малые установки для локальных очистных сооружений.

### **Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов**

Структура и состав атмосферы. Источники и состав загрязнения атмосферы. Методы очистки воздуха и газовоздушных выбросов.

### **Биоремедиация почв**

Основные факторы, влияющие на выбор способов ремедиации почв. Классификация методов и технологий ремедиации. Небиологические методы и технологии ремедиации. Биологические и комбинированные методы. Специализированные биопрепараты. Практические работы и затраты при проведении биоремедиации.

### **Основы биоконверсионной переработки органических отходов**

Общая характеристика отходов. Микробиологическая переработка органических отходов. Вермикультивирование и вермикомпостирование.

## **Список литературы**

1. Биотехнология : теория и практика : учеб. пособие для студентов вузов по специальности 020201 «Биология» / Н. В. Загоскина [и др.]; под ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. – М. : ОНИКС, 2009. – 492 с.
2. Биотехнология : учеб. и практикум для академического бакалавриата для студентов высших учеб. заведений, обучающихся по специальности «Биология». В 2 ч. Ч. 1 / Е. А. Живухина [и др.]; под общей ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. М. – 2019. – 162 с.
3. Биотехнология : учеб. и практикум для академического бакалавриата для студентов высших учеб. заведений, обучающихся по специальности «Биология». В 2 ч. Ч. 2 / Е. А. Живухина [и др.]; под общей ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. М. – 2019. – 218 с.
4. Биотехнология : теория и практика : учеб. пособие для студентов вузов / Н. В. Загоскина [и др.]; под ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. – М. : ОНИКС, 2009. – 492 с.
5. Гудков, А. Г. Биологическая очистка городских сточных вод : учеб. пособие / А. Г. Гудков. – Вологда : ВоГТУ, 2002. – 127 с.
6. Кузнецов, А. Е. Научные основы экобиотехнологии : учеб. пособие для студентов / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова. – М. : Мир, 2006. – 504 с.

7. Орлов, Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении : учеб. пособие для студентов хим., хим.-технол. и биол. специальностей и направлений вузов / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – М. : Высшая школа, 2002. – 332 с.
8. Прикладная экобиотехнология : учеб. пособие. В 2 т. Т. 1 / А. Е. Кузнецов [и др.]. – 2-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 629 с.
9. Прикладная экобиотехнология : учеб. пособие. В 2 т. Т. 2 / А. Е. Кузнецов [и др.]. – 2-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 485 с.
10. Романов, Е. М. Управление отходами производства и потребления. Нормативы образования отходов и лимиты на их размещение : учеб. пособие для студентов / Е. М. Романов, Д. И. Мухоротов, К. А. Копылов. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. – 107 с.
11. Ручай, Н. С. Экологическая биотехнология : учеб. пособие для студентов специальности «Биоэкология» / Н. С. Ручай, Р. М. Маркевич. – Минск : БГТУ, 2006. – 312 с.

## Часть 2 ПИМ

Студенту предлагаются междисциплинарные кейс-задания, которые соответствуют типам задач профессиональной деятельности, определенным в Федеральном государственном стандарте по данному направлению подготовки бакалавра, актуализированным в соответствии с профессиональными стандартами. При формировании заданий части 2 ПИМ *не учитывается перечень дисциплин (предметных полей)*, которые студент выбрал для полидисциплинарного тестирования в части 1 ПИМ.

Студент должен **выбрать 3 типа задач профессиональной деятельности ФГОС** в соответствии с программой экзамена по направлению подготовки, ориентируясь на конкретную ОПОП, по которой он завершает обучение.

Типы задач профессиональной деятельности, определенные Федеральным государственным образовательным стандартом по данному направлению подготовки бакалавриата<sup>1</sup>

«1.12. В рамках освоения программы бакалавриата выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- научно-исследовательский;
- организационно-управленческий;
- производственно-технологический;
- проектный;
- педагогический.

Междисциплинарные кейс-задания, соответствующие типам задач, разработаны с учетом основных задач профессиональной деятельности:

**научно-исследовательский:**

подбор, обработка и анализ научно-технической и патентной информации по тематике исследования с использованием специализированных баз данных и информационных технологий;

анализ показателей технологического процесса на соответствие научным разработкам;

разработка программ научных исследований, оценка и анализ полученных результатов;

поиск и разработка новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создание современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий;

выделение, идентификация и анализ продуктов биосинтеза и биотрансформации, получение новых штаммов-продуцентов биологических препаратов;

создание композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов;

проведение валидации технологических процессов и аналитических методик;

изучение биохимических и биологических закономерностей процессов биосинтеза, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций микроорганизмов и клеточных культур, взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками,

---

<sup>1</sup> Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 10 августа 2021 г. N 736 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология» (Зарегистрировано в Минюсте России 3 сентября 2021 № 64898) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/190301\\_B\\_3\\_06092021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/190301_B_3_06092021.pdf)

метаболических путей и особенностей утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма;

создание теоретических моделей, позволяющих прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками;

экспериментальное исследование биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание;

подготовка научно-технической отчетной документации, аналитических обзоров и справок, документации для участия в конкурсах научных проектов, проектов фармакопейных статей (государственных стандартов), публикация научных результатов, защита интеллектуальной собственности;

**организационно-управленческий:**

организация работы коллектива в условиях действующего производства, планирование работы персонала и фондов оплаты труда;

реализация связей с ведущими научными центрами отрасли для оптимизации работы предприятия, разработка критериев оценки эффективности и плана мероприятий по ее повышению;

проведение технико-экономического анализа производства и составление технико-экономической документации;

разработка и реализация системы менеджмента качества биотехнологической продукции;

разработка системы локальных нормативных актов предприятия в соответствии с требованиями международных стандартов;

организация работ по внедрению инноваций в области биотехнологии;

организация материально-технического обеспечения биотехнологических производств, хранения и учета сырья, материалов и готового продукта в установленном порядке;

обеспечение технологической дисциплины, санитарно-гигиенического режима работы предприятия, содержания технологического оборудования в надлежащем техническом состоянии;

организация соблюдения правил техники безопасности на производстве и охраны окружающей среды;

обеспечение профессиональной конфиденциальности;

**производственно-технологический:**

организация, планирование и управление действующими биотехнологическими процессами и производством;

обеспечение стабильности показателей производства и качества выпускаемой продукции в соответствии с локальными актами предприятия (технологическими регламентами, должностными рабочими инструкциями, методиками анализа);

обеспечение эффективной работы средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления биотехнологическим производством;

организация и осуществление мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, обеспечению экологической безопасности биотехнологических процессов;

обеспечение химико-технического, биохимического и микробиологического контроля;

разработка мероприятий по совершенствованию экономических и производственных показателей процесса, обеспечение экономической эффективности производства и получения продукта нужного качества;

организация метрологического обеспечения производства;

организация системы внутреннего и внешнего аудита;

координация работ по внедрению результатов научных исследований в производство;

эксплуатация экспериментальных и промышленных установок;  
обеспечение эксплуатации приборов и оборудования средств аналитического контроля и контроля производства в соответствии с техническими паспортами и инструкциями приборов и оборудования;

**проектный:**

оценка выбранного способа производства и альтернативных вариантов технологической схемы и ее узлов, выбор оптимального варианта;

проектирование опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства;

реконструкция и модернизация действующих биотехнологических процессов и производств;

моделирование и оптимизация процессов и аппаратов микробиологического синтеза;

разработка основных этапов технологической схемы, исследование технологического процесса на опытной и опытно-промышленной установках;

математическое моделирование и оптимизация основной аппаратуры и узлов технологической схемы;

технологический расчет оборудования, выбор стандартного и проектирование нестандартного биотехнологического оборудования;

разработка биологических методов для утилизации отходов производств и вредных веществ, создание замкнутых технологий, разработка методик и проведение биомониторинга, решение других проблем, связанных с охраной окружающей среды.