

Министерство науки и высшего образования РФ
Иркутский национальный исследовательский технический университет

Т.С. Лозовая

**Методические указания по самостоятельной работе
по дисциплине «Биотехнология БАВ»
для студентов, обучающихся по направлению
19.04.01 «Биотехнология»,
магистерская программа
«Технология биологически активных веществ»**

Иркутск 2026

Составитель: канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры химии и биотехнологии им. В.В. Тутуриной ФГБОУ ВО ИРНИТУ Т.С. Лозовая

Методические указания по самостоятельной работе студентов по дисциплине «Биотехнология БАВ» для студентов, обучающихся по направлению 19.04.01 «Биотехнология», магистерская программа «Технология биологически активных веществ». – 2026. – 23 с. – Электронный вариант.

Соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология» (уровень магистратуры).

Приведён порядок организации и выполнения самостоятельной работы студентов, предусмотренных рабочей программой дисциплины «Биотехнология БАВ», их содержание и цели. Изложены основные требования, предъявляемые к студентам при выполнении самостоятельных работ, к оформлению и защите отчётов. Подробно изложены основные разделы, которые необходимы для составления отчёта по каждой самостоятельной работе. Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Порядок организации и выполнения самостоятельных работ	5
2. Самостоятельная работа №1. Оформление отчётов по лабораторным работам	7
3. Самостоятельная работа №2. Подготовка к лабораторным работам	9
4. Самостоятельная работа №3. Проработка разделов теоретического материала	12
5. Решение кейсов (интерактивная форма самостоятельной работы)	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	21
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ	22
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	23

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельные работы по дисциплине «Биотехнология БАВ» являются неотъемлемой частью учебного процесса и направлены на закрепление и углубление теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях, а также на формирование практических навыков, необходимых для выполнения лабораторных работ и подготовки к экзамену.

Общий объём самостоятельной работы составляет 27 академических часов и включает три вида работ:

1. Оформление отчётов по лабораторным работам (9 часов);
2. Подготовка к лабораторным работам (9 часов);
3. Проработка разделов теоретического материала (9 часов).

Методические указания предназначены для оказания помощи обучающимся по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология» при выполнении самостоятельных работ. В указаниях представлены порядок организации и выполнения самостоятельной работы, содержание каждого вида работ, требования к оформлению результатов, а также контрольные вопросы для самопроверки.

Выполнение самостоятельных работ направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-1.2 – способность к проведению опытно-промышленной отработки технологии и масштабирования процессов биотехнологического производства;

ПК-3.2 – способность к регистрации, обработке и интерпретации результатов испытаний лекарственных средств, сырья, промежуточной продукции и объектов производственной среды.

1. Порядок организации и выполнения самостоятельных работ

1.1 Общие положения

Самостоятельная работа выполняется студентами во внеаудиторное время в соответствии с рабочей программой дисциплины и учебным планом. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем на лекционных занятиях, консультациях, а также при защите лабораторных работ и на экзамене.

Формы самостоятельной работы:

№	Вид СРС	Объём, час	Форма отчётности
1	Оформление отчётов по лабораторным работам	9	Отчёт по каждой ЛР, защита
2	Подготовка к лабораторным работам	9	Допуск к выполнению ЛР
3	Проработка разделов теоретического материала	9	Конспект, устный опрос

1.2 Права и обязанности студентов

Студент обязан:

- своевременно выполнять все виды самостоятельной работы в установленные сроки;
- оформлять отчёты в соответствии с требованиями СТО ИРНИТУ 05-04;
- представлять результаты самостоятельной работы к защите;
- соблюдать требования академической честности (не допускать плагиата).

Студент имеет право:

- получать консультации преподавателя по вопросам выполнения самостоятельной работы;
- использовать рекомендованную литературу и программное обеспечение;
- дорабатывать отчёты с учётом замечаний преподавателя.

1.3 Рекомендации по планированию времени

Для эффективного выполнения самостоятельной работы рекомендуется:

1. Ознакомиться с заданием и сроками выполнения в начале семестра.

2. Распределить время равномерно в течение семестра (не откладывать выполнение на последнюю неделю).

3. На каждую лабораторную работу отводить:

- подготовка – 2–3 часа до выполнения работы;
- оформление отчёта – 2–3 часа после выполнения работы;
- подготовка к защите – 1–2 часа.

4. На проработку теоретических разделов отводить 1–2 часа в неделю.

2. Самостоятельная работа №1.

Оформление отчётов по лабораторным работам (9 часов)

2.1 Цель и задачи работы

Цель: закрепление полученных умений и навыков путём письменного оформления результатов экспериментальных исследований.

Задачи:

1. Систематизировать полученные экспериментальные данные.
2. Оформить отчёт в соответствии с требованиями СТО ИРНИТУ 05-04.
3. Подготовиться к устной защите лабораторной работы.

2.2 Содержание работы

По каждой из трёх лабораторных работ (см. методические указания по выполнению лабораторных работ) студент оформляет отдельный отчёт.

Структура отчёта по лабораторной работе:

Раздел	Содержание
Титульный лист	Оформляется по СТО ИРНИТУ 05-04
Цель работы	Формулируется из методических указаний
Оборудование и реактивы	Перечень использованного оборудования и реактивов
Методика выполнения	Краткое описание хода работы (блок-схема допускается)
Результаты	Таблицы, графики, диаграммы с результатами измерений
Расчёты	Формулы, промежуточные вычисления, конечные результаты
Вывод	Краткое заключение о достижении цели работы

Особые требования:

– Для лабораторной работы №1 (спектрофотометрия): обязательное построение калибровочного графика, указание уравнения регрессии и коэффициента корреляции R^2 .

– Для лабораторной работы №2 (масштабирование): обязательное

представление расчётных формул, промежуточных вычислений и сравнительного анализа критериев.

– Для лабораторной работы №3 (статистика): обязательное представление всех статистических показателей (среднее, стандартное отклонение, доверительный интервал, результаты теста Граббса).

2.3 Требования к отчёту

1. Отчёт выполняется на листах формата А4 с одной стороны.
2. Титульный лист – по образцу (см. Приложение).
3. Текст – шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал 1,5.
4. Поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.
5. Таблицы и рисунки нумеруются и снабжаются названиями.
6. Графики выполняются с использованием компьютерных программ (Excel, Origin) или на миллиметровой бумаге.
7. Единицы измерения – в соответствии с СИ.
8. Результаты округляются до двух-трёх значащих цифр.
9. Отчёт подписывается студентом с указанием даты выполнения.

2.4 Контрольные вопросы для самопроверки

1. Все ли разделы отчёта заполнены?
2. Соответствует ли оформление титульного листа СТО ИРНИТУ 05-04?
3. Приведены ли единицы измерения для всех величин?
4. Содержит ли вывод конкретный ответ на поставленную цель?
5. Проверены ли расчёты на арифметические ошибки?
6. Подписаны ли оси на графиках и диаграммах?

3. Самостоятельная работа №2.

Подготовка к лабораторным работам (9 часов)

3.1 Цель и задачи работы

Цель: успешное выполнение лабораторной работы за счёт предварительного изучения теоретического материала и порядка выполнения эксперимента.

Задачи:

1. Изучить теоретические основы метода (спектрофотометрия, масштабирование, статистическая обработка).
2. Ознакомиться с порядком выполнения работы и техникой безопасности.
3. Подготовить черновик таблиц для регистрации результатов.
4. Получить допуск у преподавателя.

3.2 Содержание работы

Для лабораторной работы №1 (спектрофотометрия):

1. Изучить принцип метода Бредфорда (по литературе: Комов В.П. «Биохимия», гл. «Методы количественного определения белка»).
2. Подготовить таблицу для регистрации оптической плотности стандартов и образца.
3. Повторить правила работы со спектрофотометром и автоматическими пипетками.

Для лабораторной работы №2 (масштабирование):

1. Изучить критерии масштабирования (kLa , P/V , Re , время смешения) по литературе: Луканин А.В. «Инженерная биотехнология», гл. «Масштабирование биореакторов».

2. Подготовить таблицу исходных данных для расчёта.

3. Заранее вывести формулу $N_2 = N_1 \cdot (V_1/V_2)^{(5/9)}$.

Для лабораторной работы №3 (статистика):

1. Изучить статистические методы (тест Граббса, расчёт доверительного интервала) по литературе (указания к лабораторной работе №3).
2. Подготовить шаблоны расчётных таблиц в Excel или на бумаге.
3. Повторить формулы для расчёта среднего, стандартного отклонения, коэффициента вариации.

3.3 Рекомендации по изучению теоретического материала

Действие	Рекомендуемое время
Прочитать соответствующий раздел учебника (10–15 страниц)	1–2 часа
Составить краткий конспект (основные формулы, определения)	30–40 мин
Выполнить предварительные расчёты (для работы №2, №3)	30 мин
Подготовить вопросы преподавателю	10–15 мин

3.4 Контрольные вопросы для самопроверки

Подготовка к работе №1:

1. Каков физический смысл оптической плотности?
2. Как построить калибровочный график?
3. Что такое «холостая проба» и зачем она нужна?
4. В каком диапазоне концентраций метод Бредфорда является линейным?

Подготовка к работе №2:

1. Что такое kLa и от каких параметров он зависит?
2. Почему при масштабировании по kLa скорость перемешивания увеличивается?
3. Какой критерий масштабирования следует выбрать для аэробного процесса, лимитируемого кислородом?
4. Что такое «масштабный эффект»?

Подготовка к работе №3:

1. Для чего используется тест Граббса?
2. Как рассчитать доверительный интервал?
3. Что означает спецификация продукта?
4. Какое решение принимается, если доверительный интервал выходит за пределы спецификации?

4. Самостоятельная работа №3.

Проработка разделов теоретического материала (9 часов)

4.1 Цель и задачи работы

Цель: углублённое освоение теоретических разделов дисциплины, вынесенных на самостоятельное изучение.

Задачи:

1. Изучить разделы, не рассматриваемые подробно на лекциях.
2. Составить конспект по каждому разделу (3–5 страниц).
3. Подготовиться к устному опросу на лекции или экзамене.

4.2 Перечень тем для самостоятельной проработки

№	Тема	Компетенция	Часы
1	Ферментеры для культивирования клеток животных и растений: особенности конструкции и режимов	ПК-1.2	3
2	Валидация аналитических методик: протокол, расчёт метрологических характеристик	ПК-3.2	3
3	Экономические аспекты масштабирования биотехнологических процессов	ПК-1.2	3
4	Принципы GMP при регистрации результатов контроля качества	ПК-3.2	3
5	Современные методы in-situ мониторинга биопроцессов	ПК-1.2, ПК-3.2	3
6	Статистическое управление процессами в биотехнологии	ПК-3.2	3

Объём самостоятельного изучения: 3 темы × 3 часа = 9 часов.

4.3 Содержание и структура конспекта

Конспект по каждой теме должен содержать:

1. Название темы и перечень рассматриваемых вопросов.
2. Основные определения и понятия (термины выделяются жирным шрифтом или подчёркиванием).
3. Ключевые формулы, схемы, таблицы (при наличии).

4. Примеры из промышленной практики (по возможности).
5. Краткий вывод по теме (2–3 предложения).
6. Список использованных источников (не менее 2–3).

Рекомендуемый объём конспекта: 3–5 страниц рукописного или печатного текста на одну тему.

Требования к конспекту:

- Конспект должен быть читаемым и структурированным.
- Допускается использование схем, диаграмм, таблиц (не копирование страниц учебника).
- Запрещается копирование текста без осмысления и ссылок на источник.

4.4 Контрольные вопросы для самопроверки

По теме «Ферментеры для культивирования клеток животных и растений»:

1. В чём отличие реакторов для клеток животных от микробных ферментеров?
2. Какие типы перемешивающих устройств используются для культур животных клеток?
3. Что такое «микроносители» и для чего они применяются?

По теме «Валидация аналитических методик»:

1. Какие валидационные характеристики обязательны для количественного определения?
2. Как рассчитывается предел обнаружения (LOD)?
3. Чем отличается внутрилабораторная прецизионность от повторяемости?

По теме «Экономические аспекты масштабирования»:

1. Какие статьи затрат увеличиваются при масштабировании наиболее существенно?
2. Что такое «точка безубыточности» масштабирования?
3. Как оценить экономическую целесообразность опытно-промышленной отработки?

По теме «Принципы GMP при регистрации результатов»:

1. Что означает аббревиатура ALCOA?
2. Чем отличается ALCOA от ALCOA+?
3. Почему не допускается использование корректора (штриха) в первичных записях?

По теме «Методы РАТ»:

1. Что такое Process Analytical Technology?
2. Какие параметры можно контролировать in-situ в биореакторе?
3. Как РАТ связана с дизайн-пространством?

По теме «SPC в биотехнологии»:

1. Что такое контрольные карты Шухарта?
2. Какой сигнал указывает на разладку процесса?
3. Что означает индекс $C_{pk} = 1,33$?

5. Решение кейсов (интерактивная форма самостоятельной работы)

В ходе изучения дисциплины «Биотехнология БАВ» используются интерактивные методы обучения, в том числе решение кейсов (ситуационных задач). Кейсы направлены на формирование компетенций ПК-1.2 (масштабирование, опытно-промышленная отработка) и ПК-3.2 (обработка и интерпретация результатов испытаний).

5.1 Цель решения кейсов

- Закрепить теоретические знания на практических производственных ситуациях.
- Развить навыки анализа технологических проблем и принятия обоснованных решений.
- Подготовиться к выполнению аналогичных заданий на экзамене.

5.2 Порядок (процедура) выполнения кейса

Этап 1. Подготовка (самостоятельно или в группе)

1. Студент получает от преподавателя описание производственной ситуации (кейс).
2. Внимательно читает условия, выделяет ключевые данные (объёмы, режимы, результаты анализов, спецификации и т.п.).
3. Подбирает необходимые формулы, методы расчёта, статистические критерии.

Этап 2. Решение (расчёт или анализ)

1. Выполняет необходимые расчёты (масштабирование, статистическая обработка).
2. При необходимости строит графики, контрольные карты, таблицы.
3. Формулирует промежуточные выводы.

Этап 3. Оформление отчёта по кейсу

Отчёт должен содержать:

Раздел	Содержание
Название кейса	Указывается полное название

Условие	Краткое изложение исходных данных
Ход решения	Расчётные формулы, промежуточные вычисления, таблицы, графики
Результаты	Численные значения, статистические показатели
Вывод	Конкретный ответ на вопрос кейса (например: «режим пригоден», «партия соответствует спецификации», «необходимо увеличить скорость перемешивания» и т.п.)

Этап 4. Защита (устно или в группе)

1. Студент (или группа) представляет решение преподавателю.
2. Обосновывает выбранные методы.
3. Отвечает на уточняющие вопросы.
4. При групповой работе оценивается вклад каждого участника.

Формат выполнения:

- Кейс может выполняться индивидуально или в малых группах (2–4 человека) (по указанию преподавателя).
- Время на подготовку – от 20 минут до 1 недели (в зависимости от сложности).
- Форма сдачи – устный ответ с презентацией (3–5 минут) или письменный отчёт.

5.3 Критерии оценивания решения кейса

Оценка	Критерий
Отлично	Решение полностью корректное, использованы обоснованные методы, выводы аргументированы, студент свободно отвечает на дополнительные вопросы.
Хорошо	Решение верное, но недостаточно чётко обоснованы допущения; в защите небольшие неточности.
Удовлетворительно	Решение содержит ошибки (неверный выбор критерия, арифметические погрешности); ответы неуверенные.
Неудовлетворительно	Решение отсутствует или не относится к задаче; студент не может объяснить логику.

5.4 Примеры кейсов

Пример кейса №1 (ПК-1.2 – масштабирование)

Условие:

На лабораторном реакторе объёмом 10 л получен выход рекомбинантного белка 2,5 г/л при следующих параметрах: скорость перемешивания $N_1 = 500$ об/мин, аэрация 1vvm, объёмный коэффициент массопередачи $k_La = 180$ ч⁻¹, удельная мощность перемешивания $P/V = 2,5$ кВт/м³. Необходимо рассчитать режимы для пилотного реактора объёмом 500 л.

Задания:

1. Рассчитайте скорость перемешивания N_2 для пилотного реактора при масштабировании по $k_La = \text{const}$. Зависимости: $k_La \propto (P/V)^{0,4}$, $P/V \propto N^3 \cdot D^5 / V$, при геометрическом подобии $D \propto V^{(1/3)}$.
2. Рассчитайте скорость перемешивания N_2 для пилотного реактора при масштабировании по $P/V = \text{const}$.
3. Сравните полученные значения N_2 . Какой режим предпочтительнее для данного аэробного процесса? Почему?
4. Максимально допустимая скорость перемешивания для мешалки пилотного реактора составляет $N_{\text{max}} = 1000$ об/мин. Пригодны ли рассчитанные режимы? Если нет, предложите корректирующие меры (увеличение числа мешалок, изменение типа мешалки).

Пример решения (кратко):

Шаг 1. Масштабирование по $k_La = \text{const}$

Из сохранения k_La следует сохранение $(P/V)^{0,4}$, то есть $P/V = \text{const}$.

При геометрическом подобии:

- $D_2 = D_1 \cdot (V_2/V_1)^{(1/3)}$
- $P/V \propto N^3 \cdot D^5 / V \propto N^3 \cdot V^{(2/3)}$

Отсюда: $N_2 = N_1 \cdot (V_1/V_2)^{(2/9)}$ – внимание: это для $P/V = \text{const}$.

Для масштабирования по k_La с учётом $(P/V)^{0,4} = \text{const} \rightarrow P/V = \text{const} \rightarrow$ формула та же:

$$N_2 = N_1 \cdot (V_1/V_2)^{(2/9)}$$

$$N_2 = 500 \cdot (10/500)^{(2/9)} = 500 \cdot (0,02)^{(0,2222)}$$

$$(0,02)^{(0,2222)} \approx \exp(0,2222 \cdot \ln(0,02)) = \exp(0,2222 \cdot (-3,912)) = \exp(-0,869) \approx 0,419$$

$$N_2 \approx 500 \cdot 0,419 \approx 210 \text{ об/мин}$$

Шаг 2. Масштабирование по $P/V = \text{const}$ (даёт тот же результат).

Шаг 3. Сравнение и вывод

Оба критерия при сохранении P/V дают одинаковый результат. Для аэробного процесса, лимитируемого кислородом, предпочтительнее масштабирование по kLa , так как оно непосредственно сохраняет массообменные характеристики.

Шаг 4. Проверка пригодности

$$N_2 \approx 210 \text{ об/мин} \leq N_{\max} = 1000 \text{ об/мин} \rightarrow \text{режим пригоден.}$$

Вывод: При масштабировании с 10 л до 500 л скорость перемешивания следует снизить с 500 до 210 об/мин. Режим технологически реализуем.

Пример кейса №2 (ПК-3.2 – статистическая обработка и интерпретация)

Условие:

При контроле промежуточной продукции (содержание целевого БАВ, мг/мл) получены результаты 10 параллельных определений: 5,2; 5,3; 5,1; 5,4; 4,8; 5,2; 5,3; 5,1; 5,2; 5,3.

Спецификация (нормативный документ): содержание целевого БАВ должно быть в пределах 5,0–5,5 мг/мл.

Задания:

1. Упорядочьте выборку по возрастанию.
2. Рассчитайте среднее арифметическое ($\bar{x}$) и стандартное отклонение (s).
3. Проверьте наличие выброса с помощью теста Граббса ($\alpha = 0,05$, $G_{\text{табл}} = 2,29$).
4. Рассчитайте доверительный интервал для среднего значения ($p = 0,95$, коэффициент Стьюдента $t = 2,262$).
5. Сделайте заключение о соответствии партии спецификации.

6. Если обнаружен выброс – предложите действие технолога.

Пример решения (кратко):

Шаг 1. Упорядочение выборки

4,8; 5,1; 5,1; 5,2; 5,2; 5,2; 5,3; 5,3; 5,3; 5,4

Шаг 2. Расчёт $\bar{x}$ и s

$$\bar{x} = (4,8 + 5,1 + 5,1 + 5,2 + 5,2 + 5,2 + 5,3 + 5,3 + 5,3 + 5,4) / 10 = 51,9 / 10 = 5,19 \text{ мг/мл}$$

$$s = \sqrt{[\sum (x_i - \bar{x})^2 / (n-1)]} \approx 0,163$$

Шаг 3. Тест Граббса

$$G = \max |x_i - \bar{x}| / s = \max (|4,8 - 5,19| ; |5,4 - 5,19|) / 0,163 = (0,39) / 0,163 \approx 2,39$$

$$G_{\text{табл}} = 2,29 \text{ (для } n=10, \alpha=0,05)$$

$2,39 > 2,29 \rightarrow$ выброс есть (значение 4,8 является выбросом).

Шаг 4. Доверительный интервал

Исключаем выброс из расчёта (при наличии технической причины). Новая выборка ($n=9$): $\bar{x} = 5,23$, $s \approx 0,093$.

Доверительный интервал: $5,23 \pm 2,262 \cdot (0,093 / \sqrt{9}) = 5,23 \pm 0,07 = 5,16 \dots 5,30 \text{ мг/мл}$

Шаг 5. Заключение

Доверительный интервал (5,16–5,30) полностью лежит внутри спецификации (5,0–5,5). Однако значение 4,8 является статистическим выбросом.

Рекомендация технолога: Провести повторный анализ пробы. Если выброс подтверждается – выяснить причину (ошибка отбора, сбой в анализе, реальное отклонение качества). При подтверждении реального отклонения – партия бракуется или направляется на доработку.

Пример кейса №3 (ПК-3.2 – контрольная карта Шухарта)

Условие:

Для 10 последовательных серий готового БАВ получены значения выхода (г/л): 2,45; 2,50; 2,48; 2,52; 2,47; 2,49; 2,51; 2,53; 2,46; 2,50.

Задание:

Постройте контрольную карту индивидуальных значений (I-MR).
Рассчитайте верхнюю и нижнюю контрольные границы для индивидуальных значений (используйте метод скользящего размаха с коэффициентом 2,66).
Определите, есть ли особые причины вариации.

Краткое решение:

1. Рассчитать среднее $\bar{x} = 2,491$ г/л.
2. Рассчитать средний скользящий размах $M\bar{R} = 0,042$.
3. Верхняя контрольная граница $UCL = \bar{x} + 2,66 \cdot M\bar{R} = 2,491 + 0,112 = 2,603$ г/л.
4. Нижняя контрольная граница $LCL = \bar{x} - 2,66 \cdot M\bar{R} = 2,491 - 0,112 = 2,379$ г/л.
5. Все точки лежат в пределах границ $\rightarrow$ процесс статистически управляем, особых причин вариации нет.

5.5 Вопросы для самопроверки при подготовке к кейсам

По кейсам масштабирования (ПК-1.2):

1. Какой критерий масштабирования выбрать для аэробного процесса, лимитируемого кислородом?
2. Как изменится скорость перемешивания при увеличении объёма в 50 раз при масштабировании по kLa ?
3. Что делать, если рассчитанная N_2 превышает максимально допустимую?

По кейсам статистики (ПК-3.2):

1. Как проверить наличие выброса в выборке?
2. Что означает доверительный интервал для среднего значения?
3. Как интерпретировать контрольную карту Шухарта?
4. Какое решение принимается, если доверительный интервал выходит за пределы спецификации?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение самостоятельных работ по дисциплине «Биотехнология БАВ» позволяет студентам:

1. Закрепить теоретический материал, полученный на лекциях.
2. Приобрести навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой.
3. Подготовиться к выполнению и защите лабораторных работ.
4. Систематизировать знания для успешной сдачи экзамена.

Критерии оценивания самостоятельной работы:

Вид СРС	Форма контроля	Критерий «зачтено»
Оформление отчётов по ЛР	Проверка отчёта, защита	Отчёт оформлен правильно, студент отвечает на вопросы
Подготовка к ЛР	Допуск к выполнению	Студент демонстрирует знание методики и техники безопасности
Проработка теоретического материала	Конспект, устный опрос	Конспект сдан в срок, ответы на вопросы правильные

Самостоятельная работа, выполненная не в полном объёме или с нарушением сроков, может стать причиной недопуска к экзамену.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Отчёты по лабораторным работам оформляются по СТО ИРНИТУ 05-04 (см. образец в Приложении).
2. Конспекты теоретических разделов выполняются в рукописном или печатном виде (формат А4, шрифт 14 пт, интервал 1,5). Рукописные конспекты должны быть разборчивыми.
3. Титульный лист для конспекта не обязателен, но в начале каждого конспекта указывается: тема, ФИО студента, группа, дата.
4. Сроки сдачи устанавливаются преподавателем (как правило, не позднее чем за 2 недели до экзамена).
5. Электронная версия конспектов может быть загружена в электронный курс дисциплины (по требованию преподавателя).

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Биотехнология: учебник для вузов по сельскохозяйственным, естественнонаучным, педагогическим, специальностям и магистерским программам / И. В. Тихонов [и др.]; под ред. Е. С. Воронина. – 2008. – 703 с.

Дополнительная литература:

2. Комов В. П., Шведова В. Н. Биохимия : учеб. для вузов по направлению 655500 «Биотехнология». – 2004. – 638 с.

3. Луканин А. В. Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств. – 2016. – 449 с.

4. Луканин А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств. – 2016. – 302 с.

5. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : справочное издание. – 2014. – 324 с.

6. Градова Н. Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств. – 2010. – 135 с.

Ресурсы сети Интернет:

7. <http://library.istu.edu/>
8. <https://e.lanbook.com/>
9. <http://elib.istu.edu/>