

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**  
**«Воронежский государственный технический университет»**

Декан факультета инженерных систем и

«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Планирование эксперимента в инженерных системах  
водоснабжения и водоотведения»**

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Профиль Инженерные системы водоснабжения и водоотведения

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2020

Автор программы

/ Евсеев Е.П./

И.о. заведующий кафедрой  
Гидравлики, водоснабжения  
и водоотведения

/Журавлева И.В./

Руководитель ОПОП

/Помогаева В.В./

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины** познакомиться магистрантов с терминологией, планированием и обработкой экспериментов применительно к системам водоснабжения и водоотведения.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- познакомиться с составом информации для проведения экспериментов в системах ВиВ и выбором необходимого плана опытов;
- познакомиться с методами обработки результатов опытов и математическим описанием процесса в области экспериментирования и проведения статического анализа, выбором наикратчайшего пути к оптимуму;
- познакомить с терминологией: проблема, задача, параметр оптимизации, факторы процесса, поверхность отклика, условия ортогональности, уравнение регрессии, взаимодействие факторов, интерпретацией результатов эксперимента.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Планирование эксперимента в инженерных системах водоснабжения и водоотведения» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока ФТД.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Планирование эксперимента в инженерных системах водоснабжения и водоотведения» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

ПК-1 - Способен организовывать проведения работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

ПК-2 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	Знать общие сведения о планировании эксперимента
	Уметь классифицировать ситуации по характерным признакам
	Владеть системным подходом, навыком выработать стратегию действий
ПК-1	Знать основные принципы планирования промышленного эксперимента
	Уметь формулировать задачи и ставить цели промышленного эксперимента
	Владеть навыком организовывать проведение работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
ПК-2	Знать методы планирования эксперимента
	Уметь проводить научно-исследовательские разработки при исследовании самостоятельных тем с применением планирования эксперимента
	Владеть навыком выполнения опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Планирование эксперимента в инженерных системах водоснабжения и водоотведения» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	32	32
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
<b>Самостоятельная работа</b>	40	40
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	60	60
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о планировании эксперимента	Классификация ситуаций, задач и методов; Основные термины и определения	6	4	12	22
2	Принципы планирования эксперимента в промышленных условиях	Создание объекта и управление им; Основные принципы; Формулировка задачи промышленного эксперимента; Выбор отклика; Выбор фактора;	6	6	14	26
3	Подготовка и организация промышленного эксперимента	Метод эволюционного планирования Бокса; Вращаемое и случайное эволюционное планирование; Последовательный симплексный метод; Организационные проблемы	4	6	14	24

		а. Заключение				
			<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>40</b>
						<b>72</b>

### **заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о планировании эксперимента	Классификация ситуаций, задач и методов; Основные термины и определения	2	-	20	22
2	Принципы планирования эксперимента в промышленных условиях	Создание объекта и управление им; Основные принципы; Формулировка задачи промышленного эксперимента; Выбор отклика; Выбор фактора;	2	2	20	24
3	Подготовка и организация промышленного эксперимента	Метод эволюционного планирования Бокса; Вращаемое и случайное эволюционное планирование; Последовательный симплексный метод; Организационные проблемы Заключение	-	2	20	22
			<b>Итого</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>60</b>
						<b>68</b>

### **5.2 Перечень лабораторных работ**

Не предусмотрено учебным планом

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	Знать общие сведения о планировании эксперимента	Знает общие сведения о планировании эксперимента	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь классифицировать ситуации по характерным признакам	Умеет классифицировать ситуации по характерным признакам	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть системным подходом, навыком выработать стратегию действий	Владеет системным подходом, навыком выработать стратегию действий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

			программах	программах
ПК-1	Знать основные принципы планирования промышленного эксперимента	Знает основные принципы планирования промышленного эксперимента	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь формулировать задачи и ставить цели промышленного эксперимента	Умеет формулировать задачи и ставить цели промышленного эксперимента	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыком организовывать проведение работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Владеет организацией проведения НИР	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать методы планирования эксперимента	Знает методы планирования эксперимента	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить научно-исследовательские разработки при исследовании самостоятельных тем с применением планирования эксперимента	Умеет проводить НИР самостоятельных тем с применением планирования эксперимента	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыком выполнения опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	Владеет навыком выполнения опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	Знать общие сведения о планировании эксперимента	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь классифицировать ситуации по характерным признакам	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть системным подходом, навыком вырабатывать стратегию действий	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	Знать основные принципы планирования промышленного	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	эксперимента			
	Уметь формулировать задачи и ставить цели промышленного эксперимента	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыком организовывать проведение работ по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать методы планирования эксперимента	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь проводить научно-исследовательские разработки при исследовании самостоятельных тем с применением планирования эксперимента	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыком выполнения опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- Отличительные особенности эксперимента заключаются в следующем:
  - исследователь сам вызывает интересующие его явления;
  - устанавливает причинно-следственные связи между явлениями;
  - варьирует условия возникновения явлений;
  - эксперимент можно повторять многократно;
  - условия проведения эксперимента строго контролируются и фиксируются;
  - а, б, в;
  - в, г, д;
  - все ответы верны.
- Зависимая переменная – это
  - переменная, которая зависит от экспериментатора, фактор, изменяемый экспериментатором;
  - переменная, которая не зависит от экспериментатора, фактор, изменение которого зависит от независимой переменной.
- Идеальный эксперимент – это
  - эксперимент, в котором меняется только независимая переменная, другие условия остаются неизменными;
  - эксперимент, в котором меняется только зависимая переменная;
  - правильно спланированный эксперимент;
  - эксперимент, в котором все испытуемые эквивалентны;
  - эксперимент с экспериментальной и контрольной группой.
- Операциональная валидность характеризует
  - соответствие реального эксперимента идеальному;
  - адекватность использования терминов при интерпретации экспериментальных фактов;
  - соответствие плана эксперимента и методик фиксации переменных выдвинутой на основе теории гипотезе;

- Г) адекватность и прогностичность теории.
5. Конструктивная валидность показывает
- А) насколько полученные данные соответствуют реальности;
  - Б) соответствие эмпирической гипотезы, ЗП и НП теории, на основе которых они были выделены, адекватность использования терминов при интерпретации экспериментальных фактов;
  - В) соответствие плана эксперимента и методик фиксации переменных выдвинутой на основе теории гипотезе.
6. Чем больше внешних переменных воздействует на зависимую переменную, тем
- А) хуже внутренняя валидность эксперимента;
  - Б) больше вероятность получения артефактов;
  - В) больше условий нужно проконтролировать в эксперименте;
  - Г) все ответы верны;
  - Д) правильный ответ отсутствует.
7. Артефакт – это
- А) достоверный вывод, полученный при правильном планировании эксперимента;
  - Б) недостоверный вывод из-за низкой внешней валидности эксперимента;
  - В) вывод, полученный в результате воздействия на зависимую переменную факторов, не учтенных в опыте.
8. Селекция – это фактор, нарушающий внутреннюю валидность эксперимента, при котором
- А) испытуемые неравномерно выбывают из экспериментальной и контрольной группы;
  - Б) меняется состояние испытуемых;
  - В) испытуемые изменяются с течением времени;
  - Г) экспериментатор имеет дело с неэквивалентными по составу группами.
9. Эффект тестирования изменяет результаты эксперимента
- А) из-за того, что были неправильно подобраны методики фиксации переменных;
  - Б) из-за того, что предварительное тестирование оказывает влияние на итоговое;
  - В) из-за низкой операциональной валидности эксперимента;
  - Г) из-за статистической регрессии.
10. Что не относится к факторам, нарушающим внутреннюю валидность эксперимента:
- А) инструментальная погрешность;
  - Б) экспериментальный отсев;
  - В) эффект истории;
  - Г) эффект смещения;
  - Д) статистическая регрессия.

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Внешняя валидность определяет:
- А) соответствие результатов эксперимента реальной жизненной ситуации;
  - Б) возможность переноса результатов эксперимента на различные условия;
  - В) адекватность эксперимента реальности;
  - Г) все ответы верны.
2. Проблема внешней валидности эксперимента
- А) в принципе разрешима, если подобрать соответствующий экспериментальный план и методы математической обработки;
  - Б) в принципе неразрешима.
3. Активность экспериментатора в эксперименте предполагает
- А) планирование эксперимента;
  - Б) организацию разных уровней НП;
  - В) проведение эксперимента;
  - Г) фиксацию и измерение переменных;
  - Д) а и в;
  - Е) б и г;
  - Ж) все ответы верны.
4. В эксперименте проверяется гипотеза о
- А) связи между явлениями;
  - Б) причинно-следственной связи между явлениями;
  - В) научных предположениях, выдвинутых на основе теории;
  - Г) операционализации переменных.
5. Рандомизация - это:
- А) исключение внешних переменных;
  - Б) случайный отбор испытуемых для создания эквивалентных групп;

- В) случайное варьирование НП по уровням.
- 6. Прием балансировки для контроля влияния внешних переменных предполагает
  - А) создание постоянных условий на протяжении всего эксперимента;
  - Б) исключение внешних переменных из ситуации эксперимента;
  - В) использование экспериментальной и контрольной группы для вывода о влиянии внешних переменных на зависимую;
  - Г) изменение порядка предъявления стимулов для контроля эффекта последовательности.
- 7. Интраиндивидуальная схема проведения эксперимента предполагает
  - А) предъявление разных уровней НП разным группам;
  - Б) предъявление разных уровней НП одной группе;
  - В) предъявление разных уровней НП одному испытуемому.
- 8. Какой план предпочтительнее?
  - А) межгрупповой;
  - Б) интраиндивидуальный;
  - В) зависит от цели исследования.
- 9. Недостаток межгруппового плана заключается
  - А) в неэквивалентности групп;
  - Б) в эффекте последовательности;
  - В) в необратимости эффекта первоначального воздействия.
- 10. Эксперимент возможен, если НП представлена
  - А) хотя бы одним уровнем;
  - Б) минимум двумя уровнями;
  - В) минимум тремя уровнями;
  - Г) не имеет значения.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Истинный эксперимент отличается от других
  - А) наличием экспериментальной и контрольной групп;
  - Б) применением стратегии создания эквивалентных групп - рандомизации;
  - В) завершением эксперимента тестированием и сравнением результатов двух групп;
  - Г) все ответы верны;
  - Д) нет правильного ответа.
2. Факторный план – это план
  - А) с одной НП;
  - Б) с несколькими НП;
  - В) с одной ЗП;
  - Г) с несколькими ЗП.
3. Недостаток плана для двух рандомизированных групп с предварительным и итоговым тестированием заключается в том, что
  - А) нет эффекта тестирования;
  - Б) есть эффект тестирования;
  - В) снижена внешняя валидность;
  - Г) снижена внутренняя валидность;
  - Д) а и г;
  - Е) б и в.
4. План вида 2x2 предполагает
  - А) наличие двух групп и двух воздействий;
  - Б) наличие двух независимых переменных по два уровня в каждой;
  - В) наличие двух зависимых и двух независимых переменных по два уровня в каждой.
5. План «Латинский квадрат» позволяет исследовать
  - А) влияние одной независимой переменной на несколько зависимых;
  - Б) одновременное влияние трех переменных, имеющих два и более уровня;
  - В) влияние двух зависимых переменных на две независимых.
6. Доэкспериментальные планы
  - а) планы эксперимента со сниженным контролем;
  - б) планы для нерандомизированных групп;
  - в) планы с одной группой;
  - г) это планы, которых лучше избегать в научных исследованиях.
7. В квазиэксперименте
  - А) отсутствует процедура уравнивания групп;
  - Б) сравниваются результаты неоднократного тестирования группы до и после экспериментального

- воздействия;  
В) оба ответа верны;  
Г) правильный ответ отсутствует.
8. Какая из приведенных схем не относится к квазиэкспериментальным:  
А) межгрупповая схема без рандомизации;  
Б) исследование единичного случая;  
В) временной тренд;  
Г) схема «выбор, когда и на ком проводить измерение».
9. Аналогом плана временной тренд в советской психологии был  
А) констатирующий эксперимент  
Б) разведовательный эксперимент  
В) формирующий эксперимент.
10. Какой план эксперимента можно применить для исследования влияния поражения определенных участков мозга на поведение:  
А) исследование единичного случая;  
Б) временной тренд;  
В) ex-post-facto.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Классификация ситуаций, задач и методов.
2. Формулировка задачи промышленного эксперимента. Выбор отклика.
3. Формулировка задачи промышленного эксперимента. Выбор фактора.
4. Метод эволюционного планирования Бокса. Сущность метода и методика расчёта.
5. Метод эволюционного планирования Бокса. Двухфакторный эксперимент.
6. Вращаемое и случайное эволюционное планирование. Идея и особенности РОВОП.
7. Вращаемое и случайное эволюционное планирование. Идея и особенности РЕВОП.
8. Последовательный симплексный метод. Сущность метода. Выбор симплекса.
9. Последовательный симплексный метод. Описание области оптимума.
10. Усовершенствованный симплексный метод Недлера-Мида.
11. Подготовка и организация промышленного эксперимента.

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент

набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о планировании эксперимента	УК-1, ПК-1, ПК-2	Тест, защита практических работ
2	Принципы планирования эксперимента в промышленных условиях	УК-1, ПК-1, ПК-2	Тест, защита практических работ
3	Подготовка и организация промышленного эксперимента	УК-1, ПК-1, ПК-2	Тест, защита практических работ

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Корольков, В.И. Планирование эксперимента: Учеб. пособие. - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 80 с. (250 экз)

2. Методология научных исследований : учебное пособие для обучающихся магистратуры по всем УГСН, реализуемым НИУ МГСУ,

обучающихся специалитета по направлению подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (№ 02 от 20.03.2019 г.) / Е.В. Королев [и др.]. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2019. — 104 с. — ISBN 978-5-7264-2089-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101801.html>

3. Моделирование, оптимизация и управление системами подачи и распределения воды [Текст] / под общ. ред. М. Я. Панова ; Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т, Воронеж. гос. техн. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2005 (Воронеж, 2005). - 489 с. - Библиогр.: с. 461-486 (439 назв.). - ISBN 5-7731-0142-4.

4. Назина Л.И. Планирование и организация эксперимента : лабораторный практикум. Учебное пособие / Назина Л.И., Лихачева Л.Б., Дворянинова О.П.. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-00032-408-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88431.html>

5. Сагдеев Д.И. Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента : учебное пособие / Сагдеев Д.И.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 324 с. — ISBN 978-5-7882-2010-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79455.html>

6. Сафин Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента : учебное пособие / Сафин Р.Г., Иванов А.И., Тимербаев Н.Ф.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 154 с. — ISBN 978-5-7882-1412-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62219.html>

7. Сафин, Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Ф. Тимербаев; А.И. Иванов; Р.Г. Сафин. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. - 154 с. - ISBN 978-5-7882-1412-2. URL: <http://www.iprbookshop.ru/62219.html>.

8. Статистические методы обработки, планирования инженерного эксперимента : учебное пособие / . — Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015. — 93 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55912.html>

9. Третьяк, Л.Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Л. Воробьев; Л.Н. Третьяк. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 216 с. - ISBN 978-5-7410-1282-6. URL: <http://www.iprbookshop.ru/61387.htm>

10. Химченко А.В. Планирование эксперимента : учебное пособие /

Химченко А.В., Мищенко Н.И., Быков В.В.. — Саратов : Вузовское образование, 2021. — 127 с. — ISBN 978-5-4487-0793-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/110117.html>

11. Юдин Ю.В. Организация и математическое планирование эксперимента : учебное пособие / Юдин Ю.В., Майсурадзе М.В., Водолазский Ф.В.. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 124 с. — ISBN 978-5-7996-2486-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106473.html>

#### Дополнительная литература

**Жачкин, С.Ю.** Многофакторные методы планирования эксперимента и обработка результатов исследования [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. ( 1,8 Мб ). - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 1 файл.

**Нилов В.А.** Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс]/ Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. ( 2,9 Мб ). - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 1 файл.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**  
Лицензионное программное обеспечение

LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/> Образовательный портал ВГТУ.

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

Tehnari.ru. Технический форум Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>

Сообщество строителей РФ Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>

Стройпортал.ру Адрес ресурса: <https://www.stroyportal.ru/>

РемТраст Адрес ресурса: <https://www.remtrust.ru/>

Информационные справочные системы Адрес ресурса: <http://docs.>

Современные профессиональные базы данных

<http://www.gostrf.com/> типовые проекты

<http://www.findpatent.ru/> - фонд патентов.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория 6042.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Планирование эксперимента в инженерных системах водоснабжения и водоотведения» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков составления планов экспериментов, проведения и обработки результатов экспериментов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			