

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

Решением
ученого совета
ННГУ _____

« 30 » _____ августа 2020 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Планирование эксперимента

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

05.03.06 Экология и природопользование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Экология

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2020

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Планирование эксперимента» относится к вариативной части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование. Дисциплина может быть выбрана студентами для освоения в 6 семестре.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Планирование эксперимента», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин «Математика», «Информатика», «Математические методы в экологии».

К моменту изучения дисциплины студенты владеют теоретическими основами базовых математических дисциплин, у студентов присутствуют устойчивые навыки применения математических методов для решения прикладных задач, навыки работы в специализированных программных продуктах.

Целями освоения дисциплины являются:

- в доступной форме дать представление о теоретических основах и методах планирования экспериментальных исследований;
- дать понятие о методах поиска и исследования связей между экспериментальными данными;
- ознакомить студентов с технологиями автоматизации управляемого эксперимента;
- сформировать навыки планирования и организации экспериментальной деятельности для решения многообразных задач фундаментальной и прикладной экологии.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1: владением базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию (Базовый этап)	З1 (ОПК-1): Знать теоретические основы построения экспериментальных планов при решении экологических задач. У1 (ОПК-1): Уметь использовать экспериментальные планы при организации экологического эксперимента с применением технических средств. В1 (ОПК-1): Владеть навыками планирования многофакторного биоэкологического эксперимента.
ОПК-2: владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер	З1 (ОПК-2): Знать задачи управляемого биоэкологического эксперимента, решаемые с применением современных технических средств; принципы, технические средства и методы организации биоэкологического эксперимента. У1 (ОПК-2): Уметь эффективно организовать обработку и представление экспериментальных данных. В1 (ОПК-2): Владеть технологиями автоматизации биомедицинских исследований в биоэкологическом эксперименте.

Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации (базовый этап)	
<i>ПК-15:</i> владение знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов (Базовый этап)	<i>З1 (ПК-15):</i> Знать методики построения оптимальных экспериментальных планов в конкретных биоэкологических исследованиях. <i>У1 (ПК-15):</i> Уметь использовать математический аппарат планирования и организации эксперимента при проведении полевых и лабораторных исследований. <i>В1 (ПК-15):</i> Владеть культурой предварительного планирования биоэкологических исследований.

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 40 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (13 часов занятия лекционного типа, 26 часов занятия практического типа, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 32 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Раздел 1. Общие вопросы организации и планирования эксперимента	14	2	4		8	6
Раздел 2. Планирование эксперимента и обработка результатов при исследовании однофакторных зависимостей	15	3	6		9	6
Раздел 3. Планирование и обработка результатов пассивных многофакторных экспериментов	15	3	6		9	6
Раздел 4. Планирование и обработка результатов активных многофакторных экспериментов	17	3	6		9	8
Раздел 5. Планирование эксперимента при поиске экстремальной области	12	2	4		6	6
В т.ч. текущий контроль	1					
Промежуточная аттестация – Зачет						

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и практических занятий, на которых применяются следующие образовательные технологии:

1. Традиционные технологии: *информационные лекции* (последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами), *практические занятия* (освоение конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму);
2. Технологии проблемного обучения: *проблемные лекции* (изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала);
3. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: *лекции-визуализации* (изложение содержания сопровождается презентацией – демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

На лекциях раскрываются следующие основные темы изучаемого курса, которые входят в рабочую программу: задачи планирования эксперимента, переменные и факторы, рандомизация, исследование однофакторных зависимостей, факторные пространства, аппроксимация поверхности отклика, множественная корреляция и регрессия, полный и дробный факторные эксперименты, ротатабельные планы, экстремальные эксперименты, планирование при поиске экстремальной области.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение практических подходов к построению и анализу экспериментальных планов при решении конкретных экологических задач.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к тестам (примеры заданий см. в п. 6.4);
- подготовка коллоквиуму (вопросы см. в п. 6.4);
- подготовка реферата;
- подготовка к зачету.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к нормативно-правовым актам, научным монографиям и

материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

Подготовка реферата

Реферативная работа является одной из важных составляющих учебного процесса и выполняется студентом самостоятельно в соответствии с учебным планом.

Подготовка реферата по дисциплине «Планирование эксперимента» должно способствовать углубленному усвоению студентом лекционного курса и приобретению практических навыков в области работы с экспериментальными планами биозкологических экспериментов.

Студенту предоставляется право выбора темы реферата из числа указанных в списке.

Структура реферата должна включать в себя главы (в основном три) с их разбивкой на параграфы (подразделы). Все части работы должны быть изложены в строгой логической последовательности и взаимосвязи. Содержание работы следует иллюстрировать схемами, таблицами, диаграммами, графиками, рисунками и т.п. Графическому материалу по тексту необходимо давать пояснение.

Объем реферата составляет до 50 страниц.

Самостоятельная работа студента при подготовке к зачету

Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки современных специалистов.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине (представлен в разделе 6.4), а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- в) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к зачету, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ОПК-1: владением базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию.

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «**Экология и природопользование**».

Этап формирования – базовый.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Знать теоретические основы построения экспериментальных планов при решении экологических задач.	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материала с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> Уметь использовать экспериментальные планы при организации экологического эксперимента с применением технических средств.	Полное отсутствие умения использовать экспериментальные планы при организации экологического эксперимента с применением технических средств.	Отсутствие умения использовать экспериментальные планы при организации экологического эксперимента с применением технических средств.	Умение использовать экспериментальные планы при организации экологического эксперимента с применением технических средств при наличии негрубых ошибок	Умение использовать экспериментальные планы при организации экологического эксперимента с применением технических средств при наличии заметных погрешностей	Умение использовать экспериментальные планы при организации экологического эксперимента с применением технических средств при наличии незначительных погрешностей	Умение использовать экспериментальные планы при организации экологического эксперимента с применением технических средств без ошибок и погрешностей	Умение использовать экспериментальные планы при организации экологического эксперимента с применением технических средств, способность самостоятельно осваивать современные методы анализа
<u>Навыки</u> Владеть навыками планирования многофакторного биоэкологического эксперимента.	Полное отсутствие навыков планирования многофакторного биоэкологического эксперимента	Отсутствие навыков планирования многофакторного биоэкологического эксперимента	Наличие минимальных навыков планирования многофакторного биоэкологического эксперимента	Посредственное владение навыками планирования многофакторного биоэкологического эксперимента	Достаточное владение навыками планирования многофакторного биоэкологического эксперимента	Хорошее владение навыками планирования многофакторного биоэкологического эксперимента	Всестороннее владение навыками планирования многофакторного биоэкологического эксперимента
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ОПК-2: владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических

основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, владение знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации.

Общепрофессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Этап формирования – базовый.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Знания <i>Знать</i> задачи управляемого биоэкологического эксперимента, решаемые с применением современных технических средств; принципы, технические средства и методы организации биоэкологического эксперимента.	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материала с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
Умения <i>Уметь</i> эффективно организовать обработку и представление экспериментальных данных.	Полное отсутствие умения организовать обработку и представление экспериментальных данных	Отсутствие умения организовать обработку и представление экспериментальных данных	Умение организовать обработку и представление экспериментальных данных при наличии негрубых ошибок	Умение организовать обработку и представление экспериментальных данных при наличии заметных погрешностей	Умение организовать обработку и представление экспериментальных данных при наличии незначительных погрешностей	Умение организовать обработку и представление экспериментальных данных без ошибок и погрешностей	Умение организовать обработку и представление экспериментальных данных, способность самостоятельно предлагать модификации экспериментальных планов
Навыки <i>Владеть</i> технологиями автоматизации биомедицинских исследований в биоэкологическом эксперименте.	Полное отсутствие владения технологиями автоматизации биомедицинских исследований в биоэкологическом эксперименте.	Отсутствие владения технологиями автоматизации биомедицинских исследований в биоэкологическом эксперименте.	Наличие минимальных навыков владения технологиями автоматизации биомедицинских исследований в биоэкологическом эксперименте.	Посредственное владение технологиями автоматизации биомедицинских исследований в биоэкологическом эксперименте.	Достаточное владение технологиями автоматизации биомедицинских исследований в биоэкологическом эксперименте.	Хорошее владение технологиями автоматизации биомедицинских исследований в биоэкологическом эксперименте.	Всестороннее владение технологиями автоматизации биомедицинских исследований в биоэкологическом эксперименте.
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ПК-15: владением знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов.

Профессиональная компетенция выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Этап формирования – базовый.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<u>Знания</u> Знать методики построения оптимальных экспериментальных планов в конкретных биоэкологических исследованиях.	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
<u>Умения</u> Уметь использовать математический аппарат планирования и организации эксперимента при проведении полевых и лабораторных исследований.	Полное отсутствие умения использовать математический аппарат планирования и организации эксперимента при проведении полевых и лабораторных исследований	Отсутствие умения использовать математический аппарат планирования и организации эксперимента при проведении полевых и лабораторных исследований	Умение использовать математический аппарат планирования и организации эксперимента при проведении полевых и лабораторных исследований при наличии негрубых ошибок	Умение использовать математический аппарат планирования и организации эксперимента при проведении полевых и лабораторных исследований при наличии заметных погрешностей	Умение использовать математический аппарат планирования и организации эксперимента при проведении полевых и лабораторных исследований при наличии незначительных погрешностей	Умение использовать математический аппарат планирования и организации эксперимента при проведении полевых и лабораторных исследований без ошибок и погрешностей	Умение использовать математический аппарат планирования и организации эксперимента при проведении полевых и лабораторных исследований, способность применять различные экспериментальные планы для решения сходных задач
<u>Навыки</u> Владеть культурой предварительного планирования биоэкологических исследований.	Полное отсутствие культуры предварительного планирования биоэкологических исследований	Отсутствие культуры предварительного планирования биоэкологических исследований	Наличие минимальной культуры предварительного планирования биоэкологических исследований	Посредственное владение культурой предварительного планирования биоэкологических исследований	Достаточное владение культурой предварительного планирования биоэкологических исследований	Хорошее владение культурой предварительного планирования биоэкологических исследований	Всестороннее владение культурой предварительного планирования биоэкологических исследований

	ий	ний	исследован ий	исследован ий	исследова ний	ний	исследова ний
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Критерии оценивания ответа на зачете

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Достаточный уровень подготовки. Студент показывает хорошее владение теоретическим материалом. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя. Выступление с докладом на семинаре на достаточном уровне.
Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы преподавателя. Выступление с докладом на семинаре на недостаточном уровне, либо доклад не представлен.

Критерии оценивания тестов

Тестовые задания оцениваются по пятибалльной системе в зависимости от доли правильных ответов или правильно выполненных контрольных заданий:

- «отлично»: 80–100% правильных ответов;
- «хорошо»: 65–80% правильных ответов;
- «удовлетворительно»: 50–65% правильных ответов;
- «неудовлетворительно» – 25–50% правильных ответов;
- «плохо» – менее 25% правильных ответов.

Критерии оценивания ответа на коллоквиуме

Коллоквиум проводится для оценки знаний студентами теоретического материала, способности логически верно и аргументировано излагать материал, умения анализировать факты и проблемные аспекты по теме. Применяется альтернативная шкала:

- «зачтено»: студент демонстрирует знание материала по разделу, основанное на знакомстве с обязательной литературой и современными публикациями, дает логичные, аргументированные ответы на поставленные вопросы; допускаются незначительные неточности в ответах;
- «не зачтено»: имеются существенные пробелы в знании основного материала по разделу, допущены принципиальные ошибки при изложении материала.

Критерии оценивания реферата

Выполненный студентом реферат направляется на проверку преподавателю. Представляемый для проверки реферат должен быть помещен в папку (скоросшиватель).

Подготовленный и оформленный в соответствии с требованиями реферат оценивается преподавателем по альтернативной шкале «зачтено / не зачтено» в соответствии со следующими критериями:

- уровень знаний и умений: знание фактического материала, усвоение общих представлений, понятий, идей.
- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);
- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований, использование последних публикаций по проблеме);
- использование разнообразных источников;
- наличие критичного обзора литературы по теме реферата, его полнота и последовательность анализа;
- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора)
- степень самостоятельности при выполнении реферата, отсутствие плагиата;
- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению).

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих сформированность компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- тесты;
- устные ответы на вопросы в ходе коллоквиума.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- оценка реферата, подготовка которого подразумевает работу с одним или несколькими экспериментальными планами;
- коллоквиум.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Вопросы промежуточного контроля (зачет):

1. Факторы. Определения. Требования к факторам и к совокупности при планировании эксперимента. Кодирование факторов.
2. Параметр оптимизации. Требования к параметру оптимизации.
3. Обобщенный параметр оптимизации. Способы построения обобщенного отклика.

4. Понятие модели, выбор структуры модели.
5. Полиномиальные модели и их применение для описания поверхности отклика.
6. Полный факторный эксперимент типа 2. Свойства полного факторного эксперимента типа 2.
7. Полный факторный эксперимент и математическая модель. Свойства матрицы полного факторного эксперимента.
8. Дробный факторный эксперимент. Основная идея метода дробного факторного эксперимента - смешивание оценка параметров. Свойство матрицы дробного факторного эксперимента.
9. Формирование дробной реплики с помощью генерирующих соотношений.
10. Ортогональные центральные композиционные планы. Ротатабельные центральные композиционные планы.
11. План поиска экстремума функции отклика. Метод крутого восхождения (Бокса-Уилсона). Сущность метода.
12. Метод планирования и оптимизации эксперимента в производственных условиях: последовательный симплексный метод. Сущность метода. Процедура ПСМ. Описание области оптимума.
13. Метод планирования и оптимизации эксперимента в производственных условиях: метод эволюционного планирования (ЭВОП). Сущность метода.
14. Особенности оптимизации объектов при наличии нескольких экстремумов.
15. Последовательное планирование эксперимента. Постановка задачи планирования. Правило остановки эксперимента.
16. "Отсеивающие эксперименты". Цель проведения экспериментов. Ненасыщенные и насыщенные планы отсеивающих экспериментов.
17. Дисперсионный анализ. Насыщенные дробные факторные планы, метод случайного баланса.
18. Регрессионный анализ. Планирование эксперимента при регрессионном анализе. Постулаты. Проверка адекватности модели и значимости коэффициентов по критериям Фишера и Стьюдента.
19. Обработка результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов. Вычисление коэффициентов регрессии.
20. Постановка задачи регрессивного анализа. Постановка математической модели объекта (уравнение регрессии).
21. Матричный подход к регрессионному анализу. Критерии оптимальности планов.
22. Крутое восхождение по поверхности отклика. Движение по градиенту. Расчет крутого восхождения.
23. Компоненты ошибки измерений. Рандомизация как метод исключения влияния систематических ошибок.
24. Воспроизводимость эксперимента. Что влияет на воспроизводимость эксперимента?
25. Однофакторный эксперимент как основа обработки результатов наблюдений.
26. Дисперсионный анализ как основа обработки результатов наблюдений пассивных экспериментов. Факторные эксперименты и эксперименты с градуировкой.
27. Математические ожидания средних квадратов, приемы проверки нулевых гипотез в дисперсионном анализе экспериментов с различной схемой классификации экспериментальных данных.
28. Блочное планирование факторных экспериментов. Понятие ортогональных контрастов.
29. Дробный факторный эксперимент, смешивание эффектов и определение неразделимых совместных взаимодействий.
30. Планирование при выборочном контроле.
31. Статистический контроль по качественному и количественному признаку.

32. Последовательность проведения эксперимента. Ошибки параллельных опытов. Дисперсия параметров оптимизации. Проверка однородности дисперсии.

Примеры тестовых задания для оценки знаний по компетенция «ОПК-2»

1. Как называется систематическое и целенаправленное изучение объектов, в котором используются средства и методы науки, и которое завершается формулировкой знаний об изучаемом объекте?
 - а) обзор информации,
 - б) наука,
 - в) научные исследования,
 - г) априорное ранжирование.
2. Функциями какой области деятельности человека является приобретение информации, её преобразование, хранение и объяснение?
 - а) экспериментальных исследований,
 - б) теоретических исследований,
 - в) конструкторской деятельности,
 - г) науки.
3. Основными этапами какого типа научной деятельности являются кустарные, частно-производственные и государственные исследования?
 - а) производственной,
 - б) теоретической,
 - в) экспериментальной,
 - г) технологической.
4. Как называется процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью?
 - а) методика,
 - б) методология,
 - в) планирование эксперимента,
 - г) программа.
5. Какая информация называется априорной?
 - 1) опубликованная в литературе,
 - 2) соответствующая теоретическим законам,
 - 3) имеющаяся до опытов,
 - 4) полученная экспериментально.
6. В примере классификации: «Человек состоит из головы, туловища, ногтей, волос», какой уровень признаков нарушен?
 - а) дифференциальный,
 - б) обобщающий,
 - в) иерархический,
 - г) логический.
7. Как называется чисто экспериментальная процедура, проводимая с целью выявления из априорного множества факторов тех, которые оказывают наибольшее влияние на выходной параметр объекта исследований?
 - а) метод априорного ранжирования,

- б) отсеивающий последовательный эксперимент,
- в) метод случайного баланса,
- г) метод эволюционного планирования.

8. Назовите область информации, в которой не применимо априорное ранжирование имеющейся информации?

- а) мнение,
- б) предположение,
- в) знание,
- г) гипотеза.

9. Какова должна быть численность экспертов для проведения аппаратного ранжирования исследуемых факторов?

- а) не зависит от числа факторов,
- б) меньше числа факторов,
- в) равна числу факторов,
- г) больше числа факторов.

10. Что такое связанные ранги факторов при их априорном ранжировании?

- а) факторы, связанные логически,
- б) факторы, имеющие один и тот же ранг,
- в) факторы, связанные статистически,
- г) факторы, связанные математически.

Вопросы к коллоквиуму

Вопросы для оценки компетенции ОПК-1:

1. Что такое эксперимент, чем он отличается от наблюдения?
2. Что такое фактор, каковы требования к выбору факторов?
3. Что понимается под оптимизацией целевого параметра?
4. Чем обобщенный параметр оптимизации отличается от частных параметров?
5. Что такое статистическая модель системы?
6. Каким образом полиномиальные модели используются для описания поверхности отклика?
7. Каковы типы факторных экспериментов?
8. В чем заключаются особенности факторного эксперимента типа 2 по сравнению с другими типами?
9. Что такое математическая модель полного факторного эксперимента?
10. Чем дробный факторный эксперимент отличается от полного?
11. В чем заключается свойство ротатабельности центрального композиционного плана?
12. Каким образом метод крутого восхождения применяется для поиска экстремума?
13. Каковы принципы описания области оптимума в рамках последовательного симплексного метода?
14. Каким образом осуществляется оптимизация при наличии нескольких экстремумов?
15. Какова цель проведения отсеивающих экспериментов?
16. Как формулируются гипотезы при проведении дисперсионного анализа?
17. На каких постулатах основано планирование эксперимента при регрессионном анализе?
18. Каковы принципы оценки коэффициентов регрессии, в чем заключается метод наименьших квадратов?
19. Что понимается под оптимальностью плана?
20. В чем заключается систематическая ошибка и каковы методы ее минимизации?

Вопросы для оценки компетенции ОПК-2:

1. Какими принципами следует руководствоваться при выборе факторов?
2. Какие существуют системы кодирования факторов при планировании эксперимента?
3. Каковы требования к выбору параметров оптимизации?
4. Какие существуют способы построения обобщенного отклика?
5. Какими принципами следует руководствоваться при выборе структуры модели?
6. Какие существуют способы построения полиномиальных моделей?
7. Опишите свойства полного факторного эксперимента типа 2.
8. Какими способами может быть описана математическая модель полного факторного эксперимента?
9. В чем заключаются особенности матрицы дробного факторного эксперимента?
10. Какие генерирующие соотношения используются для формирования дробных реплик?
11. Каковы способы построения ортогонального центрального композиционного плана?
12. В каких условиях применяется последовательный симплексный метод?
13. В каких ситуациях применяется последовательное планирование эксперимента?
14. Какие правила остановки применяются при последовательном планировании?
15. Чем насыщенные планы отличаются от ненасыщенных?
16. Какие статистические методы применяются при проверке адекватности регрессионной модели?
17. Какие статистические методы применяются для оценки значимости коэффициентов регрессионной модели?
18. В чем заключается матричный подход к регрессионному анализу?
19. Что понимается под воспроизводимостью эксперимента и какие факторы на нее влияют?
20. Что такое взаимодействие факторов и какие условия необходимы для проверки гипотез о нем?

Вопросы для оценки компетенции ПК-15:

1. Почему результаты наблюдения нельзя считать истиной?
2. Особенности "хорошо организованных систем".
3. Особенности "плохо организованных систем".
4. Различие законов и закономерностей.
5. Цель научных исследований.
6. Факторы и уровни факторов.
7. Что такое активный и пассивный эксперименты?
8. Смысловое содержание дисперсионной модели.
9. На какие составляющие разбивается дисперсия результатов однофакторного эксперимента?
10. Смысловое содержание регрессионной модели.
11. В чем состоит принцип отказа от полного перебора?
12. В чем состоит принцип последовательного планирования?
13. В чем состоит принцип сопоставления с шумом?
14. В чем состоит принцип рандомизации?
15. В чем состоит принцип оптимальности плана?
16. Каким условиям должна удовлетворять информация, полученная в результате правильно спланированного эксперимента?
17. Как можно управлять эффективностью экспериментальных оценок?
18. Использование среднего квадратического отклонения для планирования объема эксперимента.
19. Использование доверительного интервала для планирования объема эксперимента.
20. Использование статистических критериев для планирования объема эксперимента.

Темы рефератов для оценки компетенция «ОПК-1»:

1. План эксперимента для двухфакторного дисперсионного анализа с взаимодействием.
2. План эксперимента для трехфакторного дисперсионного анализа.
3. Латинские квадраты.
4. Ортогональные латинские квадраты.
5. Греко-латинские квадраты.
6. Полный факторный эксперимент 2^2 .
7. Полный факторный эксперимент 2^3 .
8. Полный факторный эксперимент 2^k .
9. Дробный факторный эксперимент 2^{k-p} .
10. Планы построения нелинейной модели.
11. Центральный симметричный ортогональный композиционный план.
12. Методы оптимизации.
13. Центральные композиционные ротатабельные планы.
14. Метод крутого восхождения.
15. Метод Гаусса-Зайделя.
16. Метод Бокса-Уилсона.
17. Симплексный метод планирования эксперимента.
18. Центральное композиционное планирование.
19. Ортогональное центральное композиционное планирование.
20. Нелинейная регрессия. Нелинейное оценивание.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД.

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. – М.: Юрайт, 2020. – 495 с. – Доступна на ЭБС «Юрайт» <https://biblio-online.ru/book/5C45231A-3D80-4AEE-B267-011D9B22671B>

б) дополнительная литература:

1. Григорьев Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели. – М.: Лань, 2015. – 320 с. – Доступна на ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/book/65949>

в) Интернет-ресурсы

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Планирование_эксперимента – раздел открытой электронной энциклопедии
2. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stexdes.html> – электронный учебник по статистике и планированию эксперимента.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук), экран). Компьютерный класс для проведения занятий практического типа, оснащённый

современной компьютерной техникой, соответствующим дисциплине программным обеспечением, и обеспеченный доступом в сеть "Интернет". Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование.

Автор _____ д.б.н., доц. каф. экологии Якимов В.Н.

Рецензент (ы) _____ к.б.н., доцент Зрянин В.А.

Заведующий кафедрой экологии _____ д.б.н., проф. Гелашвили Д.Б.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от 30 августа 2020 года, протокол № 14.