

ББК 40.6я73
С 60

Сольский С. В., Ладенко С. Ю., Моргунов К. П.

С 60 Инженерная мелиорация: Учебное пособие. — 2-е изд.,
испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2018. — 248 с.:
ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-3137-3

Учебное пособие представляет курс лекций по дисциплине «Инженерная мелиорация». Цели, задачи и виды мелиораций приводятся с учетом особенности земель различного назначения и правового режима, рассматриваются современные разработки в области проектирования мелиоративных мероприятий.

Пособие предназначено для бакалавров, обучающихся по направлениям подготовки «Природообустройство и водопользование», «Строительство».

ББК 40.6я73

Рецензенты:

Ю. И. СУХАРЕВ — доктор технических наук, профессор кафедры мелиорации и рекультивации земель РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева;
В. И. ШТЫКОВ — доктор технических наук, профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и гидравлики Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, член-корреспондент РАН.

Обложка
Е. А. ВЛАСОВА

© Издательство «Лань», 2018
© Коллектив авторов, 2018
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2018

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие разработано на основе обобщения обширного материала, включающего современную нормативно-правовую, научно-методическую, научную, техническую, учебную, учебно-методическую и справочную литературу.

В пособии приводятся современные разработки в области проектирования мелиоративных мероприятий, при этом инженерная мелиорация рассматривается как часть природообустройства — направления, активно развивающегося в настоящее время, основным принципом которого является комплексное использование природных ресурсов, согласование требований природопользователей и свойств природы, придание ее компонентам новых свойств, повышающих их потребительскую стоимость, учитывая приоритет охраны природы перед ее использованием.

Исследования в области инженерной мелиорации в настоящее время ведутся во многих вузах, научных и научно-производственных организациях. В пособии рассматриваются теоретические основы мелиорации, заложенные такими известными учеными, как А. Н. Костяков, С. К. Абрамов, С. Ф. Аверьянов, Н. Н. Павловский и др., научно-методические разработки последних лет, выполненные в Московском государственном университете природообустройства, Московском государственном университете, Санкт-Петербургском архитектурно-строительном университете, Оренбургском государственном университете и др. Авторы выражают благодарность за помощь и поддержку, оказанную при разработке пособия, зав. кафедрой мелиорации и рекультивации земель РГАУ-МСХА, д. т. н. В. В. Пчелкину, сотрудникам кафедры профессору, д. т. н. А. И. Голованову, профессору, д. т. н. Ю. И. Сухареву.

В данном курсе цели, задачи, виды мелиораций приводятся с учетом особенностей земель различного назначения и правового режима, дается представление о потребности в различных мелиорациях по климатическим зонам. Для понимания общих принципов движения воды в грунтах, необходимого при планировании инженерных мелиораций, рассматриваются условия нахождения, питания, фильтрации, дренирования подземных вод, факторы, влияющие на подтопление и заболачивание территорий.

В пособии изложены основные принципы расчета осушительных систем, виды дренажей, условия их применения. В главе, посвященной мелиорации сельскохозяйственных земель, дается понятие способов осушения и орошения этих земель, основные принципы проектирования оросительных систем, их виды, техника поливов, защита воды, подаваемой потребителю, от наносов.

Также уделяется внимание вопросам природоохранного обустройства территорий, защите земель от водной эрозии и оврагов, затопления и подтопления, оползней и селей, мероприятиям, предохраняющим берега рек и водохра-

нилищ от размывов, охраны вод при проектировании мелиоративных мероприятий.

В пособии для понимания общих принципов, задач, направлений развития современной инженерной мелиорации большее внимание уделено теоретической части курса. Так как расчеты мелиоративных систем зачастую представляют собой довольно сложный процесс, и имеется достаточно специальной литературы, посвященной их проведению, авторами пособия дается ссылка на эту литературу.

Материал, включенный в пособие, подобран таким образом, чтобы в результате его изучения студент получил необходимое развитие, на основе которого он в дальнейшем мог бы самостоятельно разобраться и решить задачи по мелиорации, которые могут встретиться в его инженерной практике, и принять самостоятельное решение.

Глава 1

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕЛИОРАЦИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБЩЕСТВА

1.1. ПРИРОДООБУСТРОЙСТВО. МЕЛИОРАЦИЯ КАК ЧАСТЬ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ

Для того чтобы обеспечить свое существование, человечеству всегда приходилось изменять окружающую среду. Изначально это заключалось в создании условий для земледелия — орошение, осушение территорий; противостоянии природным бедствиям — наводнениям, подтоплению земель, засухе.

Если на начальных этапах развития общества влияние человека на природу было незначительным, то за последние 100–150 лет в связи с быстрым ростом населения, развитием промышленности, сельского хозяйства, освоением новых территорий антропогенное влияние на природу стало нарастать, часто приводя к негативным последствиям. В настоящее время стало очевидно, что естественные природные ресурсы ограничены, а их неразумная эксплуатация может привести к необратимым и разрушительным процессам глобального характера. В то же время человек в своей жизнедеятельности не может отказаться ни от использования природы, ни от изменения ее компонентов, ни от научно-технического прогресса, поэтому необходимо обеспечить гармоничное сочетание суверенных интересов человеческого общества со столь же суверенными «интересами» природы.

В целом взаимоотношения человека и природы можно разделить на:

1) *природоведение* — познание объективных законов возникновения, развития, функционирования отдельных компонентов природы и их совокупности в виде природно-территориальных комплексов или геосистем различного ранга;

2) *природопользование* — вовлечение в общественное производство вещества, энергии и информации, содержащихся в компонентах природы, для удовлетворения материальных и культурных потребностей человеческого общества;

3) *природообустройство* — новое направление, получившее развитие в наши дни, в задачи которого входит согласование требований природопользователей и свойств природы, придание ее компонентам новых свойств, повышающих потребительскую стоимость или полезность компонентов природы, восстановление нарушенных компонентов.

Природообустройство включает:

— *мелиорацию* различных земель (сельскохозяйственных, водного и лесного фондов, поселений, промышленности, транспорта, связи; рекреационного, оздоровительного, историко-культурного, научного, оборонного назначения);

— *рекультивацию* нарушенных и загрязненных земель — восстановление свойств компонентов природы или даже самих компонентов в процессе или после их использования;

— *природоохранное обустройство территорий*: борьба с водной и ветровой эрозией, восстановление естественной гидрографической сети, особенно малых рек, водоохранных зон; защита от некоторых природных стихий (наводнений, подтоплений, оползней, размывов берегов, селей).

Мелиорация земель является важной составляющей природообустройства. Человек занимался мелиорацией постоянно, как только перешел к оседлому образу жизни. *Мелиорация* — это глубокое (прочное, длительное, по А. Н. Костякову, 1938) изменение компонентов природы для повышения потребительской стоимости (полезности) земель. В отличие от временных мероприятий по улучшению земель (расчистка поверхности, вспашка, удобрение и т. п.) мелиорация изменяет природные условия на десятки и сотни лет.

Самый древний вид мелиорации — обводнение и орошение. По свидетельству Геродота, царь Мин (Менес) около 3000 лет до н. э. построил на Ниле плотину высотой 15 м и отвел реку в канал. Для защиты отдельных участков поймы от затопления древние египтяне строили земляные валы. Определенное развитие оросительные мелиорации получили в древнем Китае, Индии, Месопотамии, Вавилоне и других странах Востока.

В более позднее время осушением и орошением начали заниматься в Западной и Восточной Европе. Наибольшего размаха осушительные работы достигли в средние века в Голландии и Северной Германии. При этом одновременно с осушительными работами на материке, в прибрежной зоне отвоевывались у моря и осваивались земли путем обвалования и подсыпки территории.

К настоящему времени на земном шаре орошается свыше 250 млн га сельскохозяйственных площадей. Главнейшие орошаемые массивы расположены в Китае, Индии, Египте, Иране, США, Японии, Франции, Италии, Мексике и других странах. Осушение осуществлено на площади около 200 млн га.

На территории России первые осушительные работы в небольших масштабах начались с XI–XII вв. в Новгородском, Владимирском, Московском княжествах. Наиболее значительный объем мелиоративных (осушительных) работ выполнен при Петре Первом во время строительства Петербурга. Осушение территории проводилось также при строительстве городов Петергофа, Ораниенбаума, Кронштадта и др. Отвод осушаемых вод осуществлялся открытыми дренажными системами (каналами).

Закрытые системы осушения (дренажи) начали строить с середины XIX в. после изобретения в Англии пресса для изготовления гончарных труб. Первый закрытый дренаж в России был заложен в 1856 г. на ферме Горы-Горецкого земледельческого училища (г. Горки Могилевской обл., Белоруссия) на площа-

ди в 132 га. При этом осушили торфяные луга по р. Проне, разбив на них сад, огород, поля под зерновые культуры. Частично этот дренаж работает и в настоящее время.

После Великой Октябрьской социалистической революции мелиорации земель стали уделять усиленное внимание. В. И. Ленин считал, что мелиорация должна играть важную роль в развитии производительных сил в Средней Азии и Закавказье. Уже в мае 1918 г. он подписал декрет об организации оросительных работ в Туркестане. По этому декрету предусматривалось освоить под орошение 500 тыс. га земель в Голодной степи и Самаркандской области, 40 тыс. га в Дальверзинской степи, 10 тыс. га в Фергане и построить плотины на р. Зеравшан в Узбекистане и р. Чу в Киргизии.

ГОЭЛРО — первый государственный план обустройства Советской России — включал раздел «Мелиорация и электрификация», в котором отмечалась важность осушения заболоченных земель, лугов и болот в северной, центральной и западной частях России. В разделе указывалось, что в осушении нуждается 30–40 млн га земель.

Развитие мелиоративных работ основывалось на научных исследованиях. Наиболее существенный вклад внес академик Александр Давыдович Дубах. Первые его работы опубликованы еще в 1908 г. Большие работы по теории и практике гидромелиорации выполнены академиком А. Н. Костяковым. Его многолетние исследования позволили подготовить учебник «Основы мелиорации», выдержавший шесть изданий, последнее из которых было осуществлено в 1960 г. Многие положения в мелиоративной науке, приведенные в этой книге, актуальны и в настоящее время.

Интенсивно развивались осушительные и оросительные мелиорации в первые годы пятилеток. Осушение проводилось в центральной и западных областях страны, орошение в южных районах. К 1941 г. общий объем выполненных мелиоративных работ составил 10 млн га. Однако за годы второй мировой войны большая часть осушительных систем европейской части вышла из строя, а земли подверглись повторному заболачиванию.

В послевоенные годы масштабы мелиоративных работ постоянно увеличивались и к 1960 г. выполнение достигло 16 млн га. К этому же времени было обводнено около 49 млн га пастбищ, что способствовало значительному увеличению поголовья скота.

В последующие годы планами развития страны предусматривалось планомерное интенсивное развитие всех видов мелиорации, и к 1990 г. объем орошения и осушения земель оставил около 40 млн га. С распадом СССР мелиорированные площади в России занимают около 15 млн га, и темпы их дальнейшего развития значительно сократились.

Тем не менее перспективы остаются внушительными. До конца не реализована программа мелиорирования российского Нечерноземья; в Западной Сибири, в междуречье Иртыша и Оби располагается крупнейший массив земель перспективного осушения. Восточная Сибирь и Дальний Восток также ждут своего часа. Юг России нуждается в значительных оросительных мелиорациях. В стране заболочены огромные лесные массивы. Их осушение — коренное

средство значительного повышения продуктивности лесов, улучшения условий их эксплуатации, правильного ведения лесного хозяйства. В мелиорации нуждаются многочисленные торфозаболачивания. Большой объем мелиоративных работ предстоит выполнить в Дагестане, Калмыкии и Астраханской области в связи с подъемом уровня Каспийского моря.

Развитие научных основ мелиорации в нашей стране связано с именами таких крупных ученых, как В. В. Докучаев, А. А. Измаильский, П. А. Костычев, В. Р. Вильяме, В. В. Подырев, П. А. Витте, А. Н. Костяков, Б. А. Шумаков, А. Д. Брудастов, И. А. Шаров, Н. Н. Павловский, С. Ф. Аверьянов и др.

1.2. ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Земля — это территория с угодьями (пригодная для какого-либо использования), находящаяся в чьем-то пользовании, владении или собственности. Вместе с тем земля — это общенациональное достояние, богатство народов, на ней проживающих, основа жизни и деятельности человека.

Согласно Земельному кодексу Российской Федерации земля — природный объект, важнейшая составная часть природы, природный ресурс, средство производства в сельском и лесном хозяйстве, основа осуществления хозяйственной и иной деятельности; с позиций права она — недвижимое имущество, объект права собственности и иных прав. В Кодексе заявлен приоритет охраны земли перед ее использованием, которое не должно наносить ущерб окружающей среде. Забота о земле, ее улучшение — не только дело отдельных пользователей или владельцев, но и общегосударственное дело, что нашло отражение в Законе РФ «О мелиорации земель». Государство берет на себя обязательство координировать и контролировать работы по мелиорации, осуществляемые как за счет владельцев, так и за счет местных и федерального бюджетов.

В законе «О мелиорации земель» понятие «мелиорация» трактуется как «коренное улучшение земель путем проведения гидротехнических, культуртехнических, химических, противоэрозионных, агролесомелиоративных, агротехнических и др. мелиоративных мероприятий». В то же время при решении задач мелиорации необходимо учитывать все компоненты природной среды (приземный слой атмосферы, растительность, подстилающие горные породы, почвы, поверхностные и подземные воды), а не только почвы. В противном случае улучшение одних компонентов природной среды для пользы человека может вызвать негативные последствия для других.

В качестве наглядного примера недоучета взаимодействия природных факторов при проведении мелиоративных мероприятий можно привести орошение земель Шурузьязского, Джетысайского и Сардобинского понижений в старой зоне Голодной степи (Узбекистан). Эти понижения в природном ландшафте являлись зонами разгрузки геохимических потоков и активного засоления. В условиях орошения природные процессы засоления орошаемых массивов резко усилились, что отрицательно сказалось на качестве сельскохозяйственных земель.

Влияние осушительной мелиорации на окружающую среду всегда вызывало общественные волнения. Острая полемика началась еще во второй половине XIX в., когда в военных целях экспедицией генерала Жилинского было предпринято осушение Полесья. Возражения Министерства путей сообщения сводились к тому, что осушение болот приведет к обмелению Днестра и Припяти. Помещики черноземных губерний опасались учащения засух на юге России при уменьшении атмосферных осадков.

Интересно, что доводы, выдвигавшиеся против мелиорации сто лет назад, практически в той же формулировке выдвигаются и сейчас, несмотря на то, что к настоящему времени накоплен значительный научный и практический опыт. В Нечерноземной зоне России и стран ближнего зарубежья имеются около 40 млн га сельскохозяйственных переувлажненных минеральных почв и 86 млн га торфяных. Эти земли предназначены для проведения осушительных мероприятий. При их осуществлении необходимо учитывать двойственный характер функционирования современных мелиоративных систем, рассчитанных не только на осушение, но и увлажнение, при этом предусматривается строительство водохранилищ и прудов. Такие системы должны обеспечивать своевременное удаление избыточных вод с заболоченных земель и в то же время могут быть водоприемниками и накопителями вод для увлажнения почв в засушливые периоды года.

В настоящее время остро ставится вопрос защиты природных вод от загрязнения. Следует иметь в виду, что с дренажными водами мелиоративных систем при водоотведении выносятся биогенные вещества, пестициды и другие химические соединения. Как показали гидрохимические исследования, конструкции мелиоративных систем оказывают существенное влияние на качество грунтовых вод, регулирующей, проводящей сети и водоприемника.

Главным вопросом, особенно при крупномасштабной мелиорации, является влияние осушительных мелиораций на водный режим регионов. После создания осушительной системы гидрологический режим существенно трансформируется. Наибольшие изменения отмечаются в речном стоке. В первые годы начальной эксплуатации осушительных систем в бассейне происходит некоторое увеличение годового стока за счет интенсивного сброса избыточных вод. Впоследствии он может снизиться до своей первоначальной величины (до начала мелиоративных работ).

Установлено, что после проведения осушения земель, особенно в первые годы, в речном стоке повышается доля подземного питания. Анализ послемелиоративных изменений стока в летне-осеннюю межень показал, что в этот период водность реки увеличивается. Сток весеннего половодья меняется мало, в основном в сторону его снижения, так как на мелиорируемых землях он формируется под влиянием двух основных факторов, действующих в противоположных направлениях: увеличение емкости зоны аэрации (понижается уровень грунтовых вод), что вызывает большие потери талых вод, и возрастание скорости стекания весенних вод вследствие развитой искусственной гидрографической сети.

В настоящее время высказывается много нареканий в адрес мелиораторов в связи с регулированием и спрямлением малых рек. Следует сказать, что так называемое решительное спрямление проводилось тогда, когда страна не обладала достаточными материальными, денежными и энергетическими ресурсами. Кроме того, необходимо было решать проблему обеспечения населения страны продовольствием. На этом этапе необходимо было путем применения простых, недорогих методов мелиорации быстро ввести в интенсивный сельскохозяйственный оборот осушенные земли.

Часто в мелиоративных целях строятся многочисленные водохранилища, пруды. Примером тому может быть Полесская низменность, где в организации водного хозяйства использованы два подхода. Если в Белорусском Полесье для обеспечения развития сельского хозяйства создают в основном водохранилища, то в Украинском — пруды. В результате крупномасштабной мелиорации, проведенной за последние два десятилетия, Белорусское Полесье превратилось в один из развитых индустриально-аграрных регионов республики. Без сомнения, мелиорация земель сыграла ведущую роль, без нее интенсификация сельского хозяйства в этом регионе была бы просто невозможна. И при этом не произошли те катастрофические последствия, которые пророчили: обмеление Днепра и Припяти, не изменился климат и не участились засухи. Например, объем стока Днепра у поста Лод-Каменка в 1980 г. был такой же, как и в 1824 г., несмотря на то, что в водосборе до этого поста осушено около 3 млн га земли.

Таким образом, при проектировании мелиоративных мероприятий необходимо предварительно проводить расчет допустимой нагрузки на природную среду с учетом приоритета охраны земель перед их использованием.

Главным из нерешенных в настоящее время вопросов в науке является установление допустимого объема мелиорации для каждого конкретного водоборота с учетом рационального использования всех природных ресурсов и интересов всех отраслей народного хозяйства.

При проектировании мелиоративных мероприятий должен быть применен комплексный подход к решению водохозяйственных проблем территорий.

Комплексным называется такое использование водных ресурсов, при котором одновременно и наиболее целесообразно и с наименьшими затратами решаются задачи нескольких отраслей хозяйства.

Многоцелевое использование водохозяйственных объектов имеет большое преимущество по сравнению с их раздельным использованием каждой отраслью, однако при этом возникает сложная задача увязки интересов различных участников комплекса. Решение этой задачи усложняется наличием противоречивости интересов разных отраслей. Так, режим использования воды, например, гидроэнергетикой резко отличается от режима ее использования на орошение. Особенно резкие противоречия возникают между запросами гидроэнергетики и мелиорации в районах недостаточного увлажнения. Попуски воды из водохранилища для рыбохозяйственных, экологических, транспортных целей для гидроэнергетики являются ощутимой потерей для оросительных мелиораций и в выработке электроэнергии.